



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR –EL-OUED

FACULTE DE TECHNOLOGIE

Mémoire de Fin d'Etude

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de:

MASTER ACADEMIQUE

Domaine: Sciences et Technologie

Filière: Génie des procédés

Spécialité: Génie chimique

Présentée par:

Ben Amar Laroussi & Zerroud Belal

THEME

**Extraction du Sucre Alimentaire à partir de Dattes
Algériennes**

Soutenu publiquement le : 25-05-2016

Devant le Jury composé de:

M ^{me} LAMI Nassima	Président	MAA	U. EL OUED
M ^r OUCIF KHALED M ^{ed} Tayeb	Examineur	MAA	U. EL OUED
M ^r BEN MYA Omar	Encadreur	MCB	U. EL OUED
M ^{elle} HEMMAMI Hadia	Co-Encadreur	Doctorante	U. EL OUED

2015/2016



REMERCIEMENT

Nous remercions Allah le tout puissant qui nous a donné la force et la foi pour mener à bien ce projet.

Au terme de cette étude, nous tenons à adresser nos profondes reconnaissances à toutes nos familles qui nous ont soutenues, aidées et encouragées tout au long de ce travail.

*Nous tenons à exprimer nos profondes reconnaissances à
Monsieur : OMAR BEN MYA*

Tout d'abord pour nous avoir fait confiance et pour nous avoir inspiré le sujet

Ensuite pour ses conseils précieux, ses orientations judicieuses et ses directives efficaces, ainsi que

Pour les réflexions avisées qu'elle nous ont apportées.

Nous tenons à remercier les membres de jury qui vont chargé d'examiner et corriger ce mémoire

Nous vous remercions énormément et nous sommes très heureux et fiers de présenter notre travail devant des professeurs ainsi compétents comme vous, merci beaucoup encore.

Et enfin nous remercions l'ensemble, enseignants et collègues de notre promotion, qui nous ont aidés à réaliser ce modeste travail.

 **MERCI....** 



Liste des abréviations

%	Pour cent
°	Degré
°Bx	Degré Brix
°C	Degré Celsius
a_w	Activité de l'eau
CaCO₃	Carbonate de calcium
CaO	Oxyde de calcium
CEI	La Communauté des Etats indépendants
cm	Centimètre
CO₂	Dioxyde de carbone
dm	Décimètre
FAO	Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture
g	Gramme
IAA	Les Industries Agroalimentaires en Algérie
ISO	L'Organisation Internationale de normalisation
IUPAC-IUB	Commission de la nomenclature Biochimique
Kcal	kilocalories
KJ	kilojoule
pH	Potentiel hydrogène
S	La solubilité
T	Température
[α]_D²⁰	Rotation spécifique
[α]_{obs}	L'angle de rotation spécifique
N_D²⁰	Indice de réfraction

Liste des Figures

Figures	Titre	Page
Figure I.1	La formule chimique du Saccharose	3
Figure I.2	La canne à sucre	4
Figure I.3	La betterave à sucre	4
Figure I.4	Molécule de saccharose dans le cristal	9
Figure I.5	Décomposition acide du Saccharose	10
Figure I.6	Décomposition des hexoses en acide lactique	11
Figure I.7	Formation de mélanoidine selon la réaction de Maillard	13
Figure I.8	Schéma de fabrication du sirop de dattes	15
Figure II.1	Les productions mondiales de sucre de canne et de betterave, [Source : F.O. LICHT, 2015]	21
Figure III.1	Datte et palmier dattier	24
Figure III.2	Photo présentée les différentes parties des dattes : dattes , pulpe et noyau	25
Figure III.3	Différents stades d'évolution des dattes	26
Figure III.4	Schéma d'extraction de Glycérolé	31
Figure III.5	Recyclage déchet des dattes en industriel fermentation	32
Figure III.6	Les différentes opérations de la transformation de la datte et le noyau	33
Figure IV.1	Datte de Deglet Nour, basse qualité	35
Figure IV.2	Extraction de jus de sucre brut	36

Figure IV.3	Obtention de sirop de sucre brut par le Rotavap	36
Figure IV.4	Schéma des étapes de production de sucre	37
Figure IV.5	Refractomètre	39
Figure IV.6	Polarimètre	40
Figure IV.7	Courbe d'étalonnage de polarimétrie	40
Figure IV. 8	Réaction de formation du complexe coloré par la méthode phénol – acide sulfurique	42
Figure IV.9	Vortex	42
Figure IV.10	Mélange dans un bain marré à 65°C	42
Figure IV.11	Le spectre d'absorption de saccharose dans le sucre blanc et le sucre des dattes	43
Figure IV.12	La courbe standard du saccharose	43

Liste des Tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau I.1	Composition biochimique du jus de dattes	16
Tableau II.1	Bilan sucrier mondial	22
Tableau III.1	Différents stades d'évolution des dattes	25
Tableau III.2	les cultivars dominants dans les principaux pays producteurs de dattes de l'ancien monde	27
Tableau III.3	Production de dattes par pays, en 2013	28
Tableau III.4	Production des dattes en Algérie de la campagne agricole (2000/2001), en quintaux	29
Tableau IV.1	Rendement en jus de datte	38
Tableau IV.2	Les propriétés optiques et refractométriques	41
Tableau IV.3	La teneur du saccharose dans de datte	44

Liste des Annexes

Annexes	Titre	Page
Annexes 01	Comparaison entre l'industrie du sucre de dattes, de la canne à sucre et la betterave.	I
Annexes 02	Caractérisation morphologique des dattes.	I
Annexes 03	Caractérisation morphologique.	II
Annexes 04	Détermination du pH.	III

Sommaire

Remerciements

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des annexes

Introduction

Titre	Page
Introduction.....	1

Partie théorique

CHAPITRE I : LE SUCRE, VUE SCIENTIFIQUE

I.1. Le sucre.....	3
I.2. Les sources du sucre.....	3
I.2.1. La canne à sucre.....	3
I.2.2. La betterave à sucre	4
I.3. Composition de canne et de betterave.....	5
I.4. Les types du sucre commercialisés.....	5
I.5. Propriétés physiques du sucre	6
I.5.1. Température de fusion.....	6
I.5.2. Densité.....	6
I.5.3. Solubilité.....	6
I.5.4. Degré Brix.....	6
I.5.5. Indice de réfraction.....	7
I.5.6. Rotation optique.....	7
I.5.7. La viscosité.....	7
I.5.8. Chaleur sensible.....	8
I.5.9. Chaleur de la solution	8
I.5.10. Chaleur latente de cristallisation.....	8

I.5.11. La tension de surface	8
I.5.12. Tension de vapeur.....	8
I.5.13. Activité de l'eau	8
I.6. Propriété chimiques du sucre.....	9
I.6.1. Formule de la molécule de saccharose.....	9
I.6.2. Synthèse du saccharose dans les plantes.....	9
I.6.3. Décomposition du saccharose.....	10
I.6.3.1. Hydrolyse acide.....	10
I.6.3.2. Hydrolyse enzymatique	10
I.6.3.3. Décomposition acide	10
I.6.3.4. Décomposition alcaline	11
I.6.4. Fermentation	11
I.6.5. Caramélisation	12
I.6.6. Dégradation thermique	12
I.6.7. Réaction de Maillard	12
I.7. Procédés unitaire d'industrialisation de sucre des dattes.....	13
I.7.1. Procédés techniques d'extraction de jus	14
I.7. 1.1. Diffusion.....	14
I.7. 1.2. Épuration.....	14
I.7.1.2.a. Chaulage	14
I.7.1.2.b. Carbonatation.....	14
I.7.1.3. Évaporation.....	14
I.7.1.4. Cristallisation.....	15
I.7.2. Procédé d'extraction du sirop des dattes.....	15
I.7.3. Caractéristiques des sirops des dattes.....	16
I.7.4. Qualités physico-chimiques des sirops des dattes	16
I.7.4.1. Sucres réducteur.....	16

CHAPITRE II : LE SUCRE, VUE GEO-ECONOMIQUE

II.1. Histoire de l'industrie sucrière.....	17
II. 2. Plantation sucrière et esclavage.....	19
II.3. Le sucre et ses marchés.....	19
II.3.1. Sucre roux, Sucre blanc.....	20
II.3.2. La production mondiale.....	20
II.4. Le marché du sucre en Algérie.....	22

CHAPITRE III : LES DATTES ET LES PALMIERS

III.1. Généralité sur le palmier dattier.....	24
III.1.1. phœnix dactylifera.....	24
III.1.2. Classification botanique.....	25
III.2. Les dattes.....	25
III.2.1. Définition.....	25
III.2.2. Les stades d'évolution.....	25
III.3. Les variétés des dattes.....	26
III.3.1. Le variété de datte (Deglet Nour)	27
III.4. Production des dattes.....	28
III.4.1. Dans le monde.....	28
III.4.2. En Algérie.....	29
III.5. Transformation de la datte.....	30
III.5.1. Confiseries à base de datte.....	30
III.5.1.1. La pâte de datte.....	30
III.5.1.2. La farine de datte.....	30
III.5.1.3. Les Sirops, les crèmes et les confitures de dattes.....	30
III.5.2. La mise en valeur des déchets.....	30
III.5.2.1. La biomasse et protéines unicellulaires.....	30
III.5.2.2. Les alcools.....	30
III.5.2.3. Le vinaigre.....	32

III.5.2.4. Les aliments de bétail.....	32
III.5.2.5. Autres produits.....	33
III.6.Importance économique de la transformation de la datte.....	34

Partie Pratique

CHAPITRE IV : PARTIE EXPERIMENTALE

IV.1. Introduction.....	35
IV.2. Produits et matériel utilisés.....	35
IV.3. Protocole experimental.....	35
IV.4. Détermination du rendement en jus de datte.....	38
IV.5. Calcul de la teneur en sucre.....	38
IV.5.1. Méthode de Brix.....	38
IV.6. Etude par Polarimétrie.....	39
IV. 6.1. Calcul de l'angle de rotation spécifique du saccharose.....	39
IV. 6.2. Calcul de la pureté optique.....	41
IV.7. Etude par spectroscopie UV-visible.....	41
IV.8. Analyse quantitative.....	43
IV.8.1. Détermination du saccharose dans la datte.....	43
IV.9. Conclusion.....	44
Conclusion générale.....	45
Références bibliographiques.....	47
Annexes.....	I
Résumé et mots- clés	



Introduction



Introduction

Le sucre parmi les aliments de base les plus importants dans le monde entier, où il est devenu une denrée universel et essentiel pour différentes utilisations [1] et a un marché ne diffère pas du marché du pétrole ou de l'or [2].

Le sucre alimentaire, qui est la substance de saccharose, a maintenant deux sources fondamentales: cannes à sucre et les betteraves où il est produit dans **121** pays et environ **70%** est obtenu à partir de la canne à sucre, une herbe très grand avec une grande tige qui est largement cultivé dans les pays tropicaux.

Les **30%** restants sont produits à partir de betteraves à sucre, une culture d'une racine ressemblant à un grand panais cultivé principalement dans les zones tempérées [3].

Le déficit mondial de sucre à la hausse à environ **6,2** millions de tonnes en **2016-2017** de **2,5 millions** de tonnes est attendu en **2015-2016**. Jose Uribe, directeur exécutif de l'Organisation Internationale du Sucre, dit que : La consommation mondiale devrait augmenter de **2,5%** par an en **2016**, alors que probable que la production mondiale reste inchangé par rapport à l'année en cours [4].

Le sucre a gagné une importance particulière sur le plan économique et social comme l'un des éléments nutritifs importants dans le pouvoir du corps offre à tous les segments de la population, d'où le sucre est d'une grande importance dans les composantes arabes de la sécurité alimentaire, en dépit de cette importance, tous les pays arabes, à l'exception du Sudan, importent leurs besoins en sucre ou une partie au moins, de ce que le sucre importé d'environ **3,3** millions de tonnes par an, d'une valeur d'environ **1,3** milliard \$, cependant, il y a une torsion dans la production du monde arabe de sucre, où la production a augmenté de **2,1** millions de tonnes en **1993** à environ **2,52** millions de tonnes par an en **2000** [5].

L'Algérie n'a pas une production de canne ni de betteraves et obtient son sucre complètement par l'importation dans sa forme brute et liquide qu'il sera raffiné et développé pour le commercialiser.

Cependant, la quantité de sucre liquide brut importé a dépassé **1,92 millions** de tonnes de **714.76 millions** de dollars en **2015** [6,7].

L'Algérie occupe une position arabiènne très avancée; il se classe dans le 3ème ordre en termes de production derrière l'Egypte (premier producteur) et l'Arabie Saoudite, il a produit plus de **848000 millions** de tonnes en **2013** [7].

A partir les différent variétés des dattes, on a bases dans cette études sur la variété Deglet Nour.

Deglet Nour, qui est la datte fin, avec **70-80%** d'hydrates de carbone sous forme de fructose, le glucose et le saccharose, il est probablement le plus célèbre date dans le monde, la avec une production annuelle de plus de **700000** tonnes [8,9].

L'Algérie ne dispose aucune technologie de transformation, à l'exception du conditionnement et de la production de pâtes «**Ghars**» à partir des dattes molles. Devant ce constat et afin d'y remédier à cette situation pour mieux valoriser ce produit, il est utile de se pencher sur sa transformation par l'acquisition de nouvelles technologies, notamment par l'obtention de sucre à base des dattes.

Compte tenu de sa richesse en sucre, les dattes communes peuvent remplacer le sucre blanc commercialisé et leur valorisation pourrait représenter une forte valeur ajoutée sur l'impact socio-économique.

- ❁ Dans le premier chapitre, nous allons présentée une étude bibliographique sur les sucres de point de vue scientifique.
- ❁ Dans le deuxième, une étude géo économique de l'industrie sucrière, production des cannes de betteraves sources dans le monde ainsi le marché de sucre et son évolution.
- ❁ Dans le troisième chapitre, une étude sur la production des dattes en Algérie surtout **Deglet Nour**.

Finalement, dans le dernier chapitre, c'est la proposition d'une méthode conventionnelle d'extraction, qui est similaire à celle des cannes et betteraves ainsi les différentes méthodes d'analyse effectuées pour comparer entre le sucre des dattes brute et le sucre blanc, importé et raffiné.

Partie théorique



CHAPITRE I



I.1. Le sucre:

Le sucre parmi les plus importants aliments de base pour les personnes dans le monde entier [1]. Le sucre qui, en termes chimiques, est un α -D-glucopyranosyl(1-2)- β -D-fructofuranose plus connu sous le nom de sucrose ou saccharose, est un diholoside non réducteur [10]. Sa formule brute est $C_{12}H_{22}O_{11}$, sa masse molaire est de **342g/mol** [11].

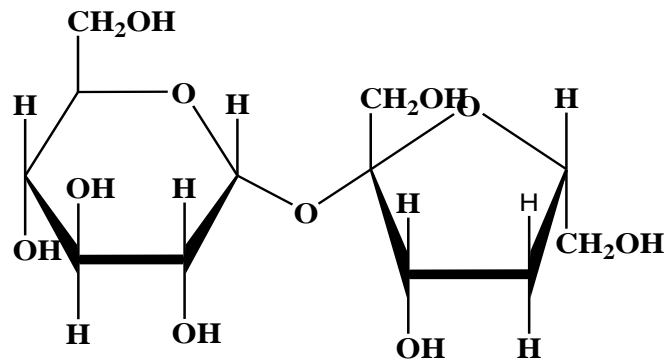


Figure I.1: La formule chimique de saccharose.

Le sucre alimentaire, qui est la substance de saccharose, a maintenant deux sources fondamentales: cannes à sucre et les betteraves où il est produit dans **121** pays et environ **70%** est obtenu à partir de la canne à sucre, une herbe très grand avec une grande tige qui est largement cultivé dans les pays tropicaux. Les **30%** restants sont produits à partir de betteraves à sucre, une culture racine ressemblant à un grand panais cultivé principalement dans les zones tempérées. Le saccharose extrait de la canne peut aussi servir à d'autres fins que la consommation. Par différents procédés chimiques, on peut transformer le sucre en de nombreuses substances chimiques (éthers et esters) aux applications très intéressantes. Des plastifiants, des adhésifs, des vernis, des cosmétiques, des détergents et même des explosifs sont quelques exemples reproduits dérivés du sucre [12].

I.2. Les sources du sucre:

I.2.1. La canne à sucre:

La canne à sucre est cultivée dans les régions tropicales. Après la récolte, la canne à sucre est transportée à l'usine de transformation où elle est coupée en petits morceaux, puis pressée pour en extraire le jus. Certaines impuretés comme les fibres végétales de la plante et la terre, sont enlevées du jus. Le jus est ensuite bouilli jusqu'à consistance d'un sirop épais auquel on ajoute de petits cristaux de sucre pendant le processus de cristallisation. Les centrifugeuses sont comme de grosses machines à laver dans lesquelles on fait tourner le sirop pour garder seulement les cristaux de sucre brut.



Figure.I.2: La canne à sucre

Ces cristaux sont ensuite envoyés en vrac par bateau, à des raffineries partout dans le monde pour passer au processus final de purification. Au Canada, on trouve des raffineries à Montréal, Toronto et Vancouver. Selon la réglementation canadienne, le sucre brut doit passer par un processus de purification avant qu'il puisse être vendu pour consommation humaine. Ceci parce que le sucre brut est recouvert d'une mince pellicule de mélasse, de particules végétales et d'autres impuretés. La première tâche à la raffinerie est d'enlever ces impuretés. Les cristaux de sucre sont dissouts à l'eau et filtrés, et laissent seulement un sirop doré que l'on appelle liqueur. Cette liqueur est chauffée pour obtenir un sirop épais et on ajoute de minuscules cristaux de sucre pour permettre aux plus gros cristaux de se former. On passe encore le mélange dans une centrifugeuse pour séparer les cristaux de sucre blanc naturel pur du sirop. Finalement, les cristaux de sucre pur sont séchés [13].

I.2.2. La betterave à sucre:

La betterave à sucre est cultivée et récoltée dans les climats plus froids comme ceux des Prairies canadiennes. L'usine de betterave à sucre canadienne est située à Taber en Alberta. Les betteraves à sucre sont d'abord tranchées en fines lamelles, appelées «**cossettes**», dont on extrait le sirop de sucre brut. Ce sirop est ensuite purifié, filtré, concentré cristallisé et séché, comme l'on procède pour la canne à sucre. Le sucre raffiné venant des betteraves est donc exactement le même que celui du sucre venant de la canne à sucre. Les diverses étapes de la purification du sucre permettent donc de produire différentes formes de sucre. Chacune présente un goût unique et des usages différents et appréciés [13].



Figure.I.3: La betterave à sucre

I.3. Composition de canne et de betterave:

- La canne à sucre contient environ [14].
 - 71 % d'eau.
 - 13 % de fibres ligneuses.
 - 14 % de saccharose.
 - 2 % d'autres éléments.
- La betterave sucrière contient environ [14].
 - 76 % d'eau.
 - 4 % de pulpe.
 - 18 % de saccharose.
 - 2 % d'éléments non sucrés.

I.4. Les types du sucre commercialisés:

Le processus d'extraction et de purification des sucres de la canne à sucre et de la betterave à sucre permet de produire toute une série de sucres différents. Les sucres peuvent varier de couleur, de saveur, de goût et de grosseur des cristaux. Chaque caractéristique permet au sucre d'avoir des fonctions précises dans les aliments, en plus de leur donner un goût sucré [15].

- **Sucre granulé:** Est un autre nom pour les cristaux de sucre blanc obtenus à partir du processus de purification. Le sucre granulé pur est naturellement blanc – aucun agent de blanchiment n'est ajouté pendant le processus de purification, il s'agit de la forme la plus courante de sucre utilisée à la maison et d'autres utilisations commerciales. Il est offert dans des cristaux de différentes tailles.
- **La cassonade:** est fabriquée en mélangeant des cristaux de sucre blanc et de petites quantités de sirop de sucre pur (mélasse) choisis en fonction de leur couleur et du goût.
- **Sucre à glacer:** Il s'agit de sucre granulé en poudre contenant un peu d'amidon de maïs (sans gluten) pour l'empêcher de durcir, ce qui se passerait lorsque les très petites particules du sucre absorbent l'humidité dans l'air.
- **Le sucre en poudre:** est du sucre finement granulé auquel on ajoute une petite quantité de fécule de maïs (sans gluten) pour l'empêcher de s'agglomérer.
- **Sucre brun:** Que l'on appelle aussi les « sucres mous », sont produits par la cristallisation du sirop doré et en mélangeant le sirop de mélasse avec des cristaux de sucre blanc purs.
- **Sucre liquide:** Comprend le sucre liquide et le sucre inverti liquide qui sont principalement produits en quantité industrielle pour les fabricants de produits alimentaires.
- **Sucres de spécialité:** Y compris Demerara, « brut de plantation », organique et sucre doré.

I.5. Propriétés physiques du sucre:

Le sucre est un solide très stable dans sa forme cristalline. À l'état pur, il est blanc, inodore et, évidemment, au goût sucré.

I.5.1. Température de fusion:

La forme cristalline du sucre fond entre **160 °C** et **186 °C**. La température exacte dépend du solvant de cristallisation et de la pureté du sucre.

I.5.2. Densité:

La densité d'un seul cristal de saccharose est de **1,588**. Pour un ensemble de cristaux, tel qu'une pile de sucre cristallisé, la densité apparente change légèrement selon la taille des cristaux et la distribution de cette taille en fonction du degré de tassement des cristaux. L'intervalle de cette variation est étroit et se situe autour de **0,8**. Ceci se traduit par une masse volumique globale de **0,8 à 0,9 g/cm³** pour la majorité des produits.

Au point de congélation de l'eau, approximativement **180g** de sucre sont solubles dans **100g** d'eau, et presque **500g** de sucre sont solubles dans un litre (**1L**) l'eau à son point d'ébullition.

I.5.3. Solubilité:

Le saccharose est très soluble dans l'eau, dans l'alcool et autres solvants polaires. Il est généralement insoluble dans le benzène et d'autres solvants organiques apolaires. La solubilité du sucre dans l'eau est un sujet d'étude, puisque c'est un facteur important dans la production du sucre et son utilisation. De nombreux tableaux et des équations sont disponibles pour déterminer le point de saturation (solubilité maximale) des solutions de sucre à différentes températures et conditions. Une expression fréquemment utilisée est celle de D.F. Charles qui exprime la solubilité (S) du sucre comme étant la concentration massique de la solution en termes de la température en degrés Celsius (T) :

$$S = 64,397 + 0,07251T + 0,002057T^2 - 0,000009035T^3 \quad (\text{I.5.1})$$

I.5.4. Degré Brix:

Puisque la connaissance de la quantité de sucre dissous dans l'eau est d'importance industrielle, une série entière d'indices de mesure a été développée pour indiquer les proportions relatives des deux matériaux. Le plus important indice est l'échelle Brix qui décrit la teneur en sucre dans une solution. L'échelle Brix est également employée pour mesurer des solutions aqueuses non pures. Ainsi, un indice Brix sera normalement employé pour obtenir la densité ou l'indice de réfraction correspondant à une solution qui, en pratique, correspond à une solution de

sucre et d'eau pure à une température de référence, habituellement de **20°C**. Pour les solutions contenant d'autres substances, le Brix représente les solides apparents ou la densité apparente.

I.5.5. Indice de réfraction:

Les solutions de saccharose réfractent la lumière proportionnellement à la quantité de saccharose en solution. Cette réfraction est employée comme une mesure de la densité de la solution, exprimée comme l'indice de réfraction. Puisque cette réfraction change avec la température et la longueur d'onde de la source lumineuse, ces deux facteurs sont normalement mentionnés quand l'indice de réfraction est reporté. Cet indice est habituellement mesuré à **20°C** et à une longueur d'onde correspondant à **589nm**. L'indice de réfraction d'une solution de sucre **20% (massique)** est donc exprimé par :

$$[N]_D^{20} = 1,33299 \quad (\text{I.5.2})$$

I.5.6. Rotation optique:

Comme beaucoup de composants organiques, le saccharose est actif du point de vue optique. Lorsqu'un faisceau de lumière polarisée passe à travers une solution de saccharose, le plan de polarisation subit une rotation. Il s'agit d'une propriété intéressante pour des procédures analytiques puisque le degré de rotation du faisceau de lumière est proportionnel à la quantité de matériel optiquement actif présent. La rotation optique dépend aussi de la température et de la longueur d'onde. Elle dépend aussi de la longueur de cellules de mesure. En tenant ces trois variables constantes, il est possible de mesurer la quantité de saccharose présente dans une solution pure. La rotation optique est mesurée, par convention, avec une cellule de **100mm** de longueur, à **20°C** et avec une longueur d'onde correspondant à **589nm**. La rotation optique du saccharose s'exprime comme suit:

$$[\alpha]_D^{20} = +66,53 \quad (\text{I.5.3})$$

I.5.7. La viscosité:

Ou la résistance à l'écoulement, de n'importe quel fluide est une mesure primordiale du point de vue manipulation des fluides. Elle est une caractéristique du produit final et elle est très importante pour le contrôle du procédé. La viscosité des solutions de saccharose augmente de façon non linéaire avec la teneur en solides et diminue rapidement avec l'augmentation de la température. De façon générale, la viscosité augmente avec la diminution de la pureté du saccharose et la température.

I.5.8. Chaleur sensible:

Cette propriété mesure l'énergie (calories) nécessaire pour augmenter d'un degré la température d'un gramme de matière.

La chaleur sensible du saccharose est de **0,63 calories**. Puisque le sucre est souvent employé en solution, la chaleur sensible du système eau-sucre est une propriété importante. À **20°C**, la chaleur sensible d'une solution pure à **60 °Brix** est de **0,66cal**.

I.5.9. Chaleur de la solution:

Quand le saccharose cristallin est dissous dans l'eau, la température de la solution diminue. Ceci est dû à la chaleur de solution du saccharose qui a une valeur négative, soit **-2 kcal** par mole (**342,30g**)

I.5.10. Chaleur latente de cristallisation:

La chaleur de la cristallisation du saccharose est de **2,5kcal** par mole à **30°C** et de **80kcal** par mole à **60°C**. Lorsque le saccharose cristallise, il dégage de la chaleur.

I.5.11. La tension de surface:

La tension de surface augmente avec la concentration de la solution de sucre. Les valeurs de cette propriété en fonction du Brix pour des solutions de sucre pures à la température de la pièce.

I.5.12. Tension de vapeur:

La tension de vapeur des solutions de saccharose diminue avec la concentration du sucre. l'effet de la concentration de sucre sur la tension de vapeur de l'eau est présenté à deux températures différentes.

I.5.13. Activité de l'eau :

Une autre propriété importante du saccharose est sa capacité d'hydratation. Cette caractéristique affecte l'activité de l'eau (δ_w) de la solution ou du produit dans lequel le saccharose est présent.

L'apparence et la texture du produit, la sensation du produit dans la bouche et le temps de conservation du produit est ainsi affectée.

I.6. Propriétés chimiques du sucre:

I.6.1. Formule de la molécule de saccharose:

Selon la nomenclature officielle **IUPAC- IUB** le saccharose est un α -D-glucopyranosyl-(1-2)- β -D-fructofuranoside. La configuration spatiale de la molécule est donnée par la **Figure I.4**. La structure du saccharose regroupe huit fonctions hydroxyles dont trois sont primaires (C-6, C-6', C-1') et les cinq autres sont secondaires (C-2, C-3, C-3', C-4, C-4'). La structure cristalline est consolidée par deux liaisons hydrogène intramoléculaires (O2...HO1') et (O5...HO6').

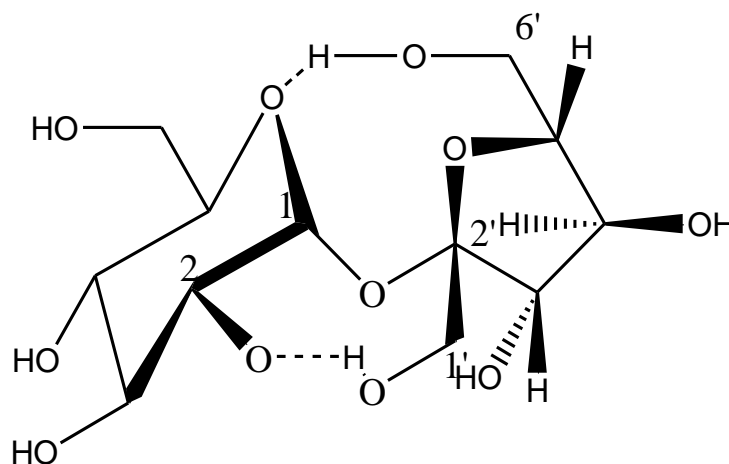


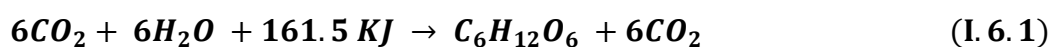
Figure I.4 : Molécule de saccharose dans le cristal [16]

La molécule de saccharose est formée d'une molécule de fructose et d'une molécule de glucose liées entre elles par une liaison glycosidique.

I.6.2. Synthèse du saccharose dans les plantes:

Dans les plantes, les glucides tels que les sucres, l'amidon ou la cellulose sont formés par photosynthèse selon la réaction (I.6.1).

L'énergie solaire est nécessaire à cette réaction. Elle est aptée par l'intermédiaire de la chlorophylle et assimilée par la plante afin de convertir l'énergie lumineuse en énergie chimique selon la réaction (I.6.1) :

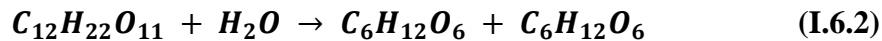


Chez la plupart des végétaux, le produit majeur de l'assimilation photosynthétique du carbone atmosphérique est le saccharose.

I.6.3. Décomposition du saccharose:

I.6.3.1. Hydrolyse acide:

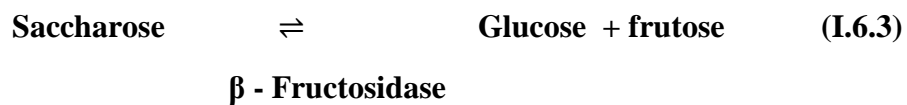
L'hydrolyse du saccharose en présence d'un acide, appelée « inversion » provoque la transformation du saccharose en un mélange équimolaire de glucose et fructose. La solution obtenue prend le nom d'inverti ou de sucre inverti en raison du changement de signe du pouvoir rotatoire, qui passe du positif (**Dextrogyre**) vers le négatif (**Lévogyre**). Cette inversion n'est pas réversible.



L'inversion peut se produire aux pH faibles et jusqu'à **pH 8.5**. Le sucre inverti est réducteur et on pouvoir rotatoire est de $[\alpha]_{20}^D = -21^\circ$.

Le sucre inverti (**glucose + fructose**) se trouve à l'état presque pur dans le miel, son pouvoir sucrant est supérieur à celui du saccharose.

I.6.3.2. Hydrolyse enzymatique: liaisons β -D Fructofuranosique.



I.6.3.3. Décomposition acide:

Le saccharose peut s'hydrolyser facilement sous l'action d'une enzyme (invertase) des levures : la β - Fructosidase à **pH 4,5**. Cette enzyme hydrolyse spécifiquement les

En milieu acide, la molécule de saccharose se décompose par hydrolyse en D-glucose et D-Fructose. La décomposition des hexoses se poursuit par la perte de molécules d'eau et la Formation d'hydroxyméthyl-furfural. Le schéma réactionnel est décrit dans la figure I.5.

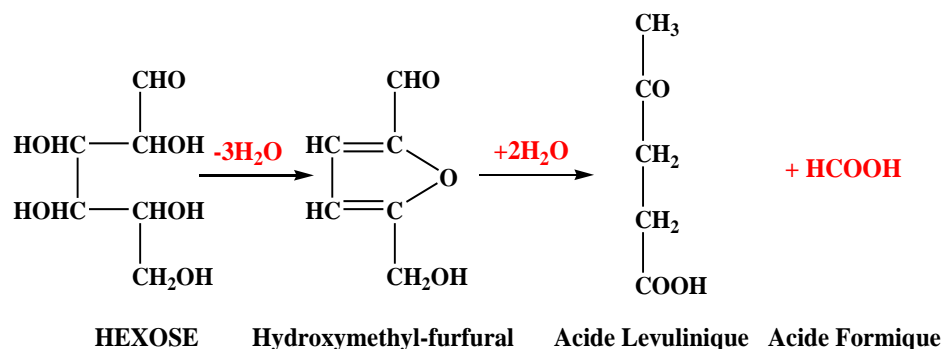


Figure I.5 : Décomposition acide du Saccharose

I.6.3.4. Décomposition alcaline:

La décomposition du saccharose en milieu alcalin débute par une étape de rupture de la liaison glycosidique et formation de D-glucose et D-fructose.

Les étapes ultérieures de décomposition dépendent des conditions réactionnelles. Pour des faibles teneurs en base, les monosaccharides tel que le D-glucose se transforment en d'autres monosaccharides (D-fructose, D-mannose...).

Pour des fortes teneurs en base, les monosaccharides se ré-arrangent en des chaînes ramifiées pour former des acides pouvant aboutir à la formation d'acide lactique. A haute température (environ 100°C) et toujours en milieu alcalin, les monosaccharides se transforment en glycéraldéhyde puis en acide lactique, selon le mécanisme décrit figure I.6.

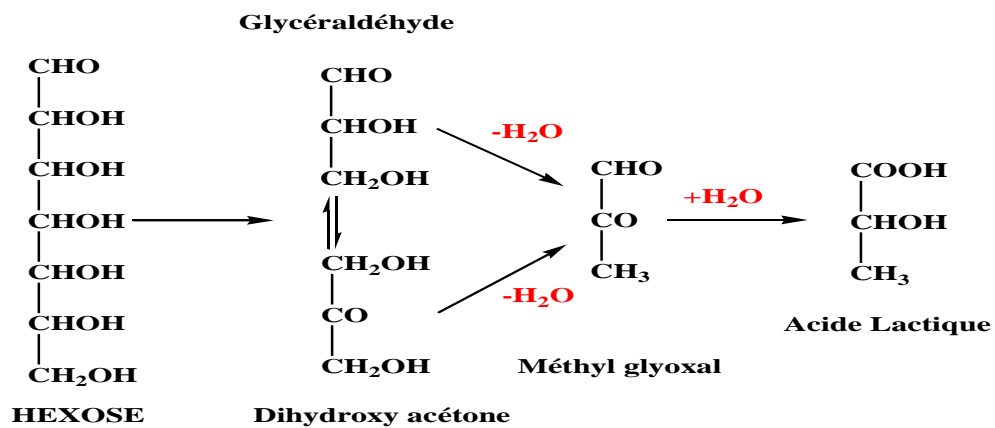
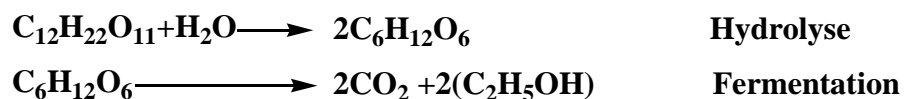


Figure I.6: Décomposition des hexoses en acide lactique.

I.6.4. Fermentation:

Le saccharose est fermentescible. Il sert de substrat aux micro-organismes qui vont produire une grande variété de produits organiques dont l'alcool éthylique.



Glucose ou Fructose Dioxyde de carbone + Ethanol

La production d'éthanol se réalise par fermentation du sucre contenu dans la mélasse par des levures de type dit : Saccharomyces cerevisiae.

Selon les micro-organismes utilisés pour fermenter le saccharose, les produits obtenus sont différents.

I.6.5. Caramélisation:

La dégradation thermique telle que la caramélisation ne fait intervenir que les sucres, elle est l'une des principales voies de transformation culinaire des aliments qui contiennent des sucres.

La caramélisation a lieu lorsque l'on chauffe du saccharose au delà de son point de fusion en présence d'un catalyseur acide.

La réaction de caramélisation du saccharose fait intervenir une dissociation du disaccharide en glucose et fructose suivie d'une recombinaison variant en fonction du traitement thermique ou de l'acidité.

I.6.6. Dégradation thermique:

Le chauffage rapide du cristal de saccharose au-delà de **140°C**, s'accompagne de différents changements de structure et coloration.

Entre **140** et **160°C**, si les cristaux sont exposés de manière prolongée, le cristal blanc et translucide se colore en jaune. Entre **160** et **190°C**, les cristaux fusionnent en formant un sirop de couleur brun-jaune.

I.6.7. Réaction de Maillard:

Les réactions de Maillard doivent leur nom du médecin et chimiste Lois – Camille Maillard.

La réaction de Maillard, engendre l'arôme des rôtis, des cafés torréfiés, du malt ou de la croûte du pain. La réaction de Maillard est la réaction d'un sucre réducteur avec un groupement α - aminé.

Ses étapes sont complexes et aboutissent à la formation de composés carbonylés très réactifs (furfurals, réductones...).

ainsi que des mélanoidine pigments polymères bruns ou noirs insolubles, de poids moléculaire élevé (jusqu'à **5000D**).

La figure I.7 résume les différentes étapes de la réaction de Maillard.

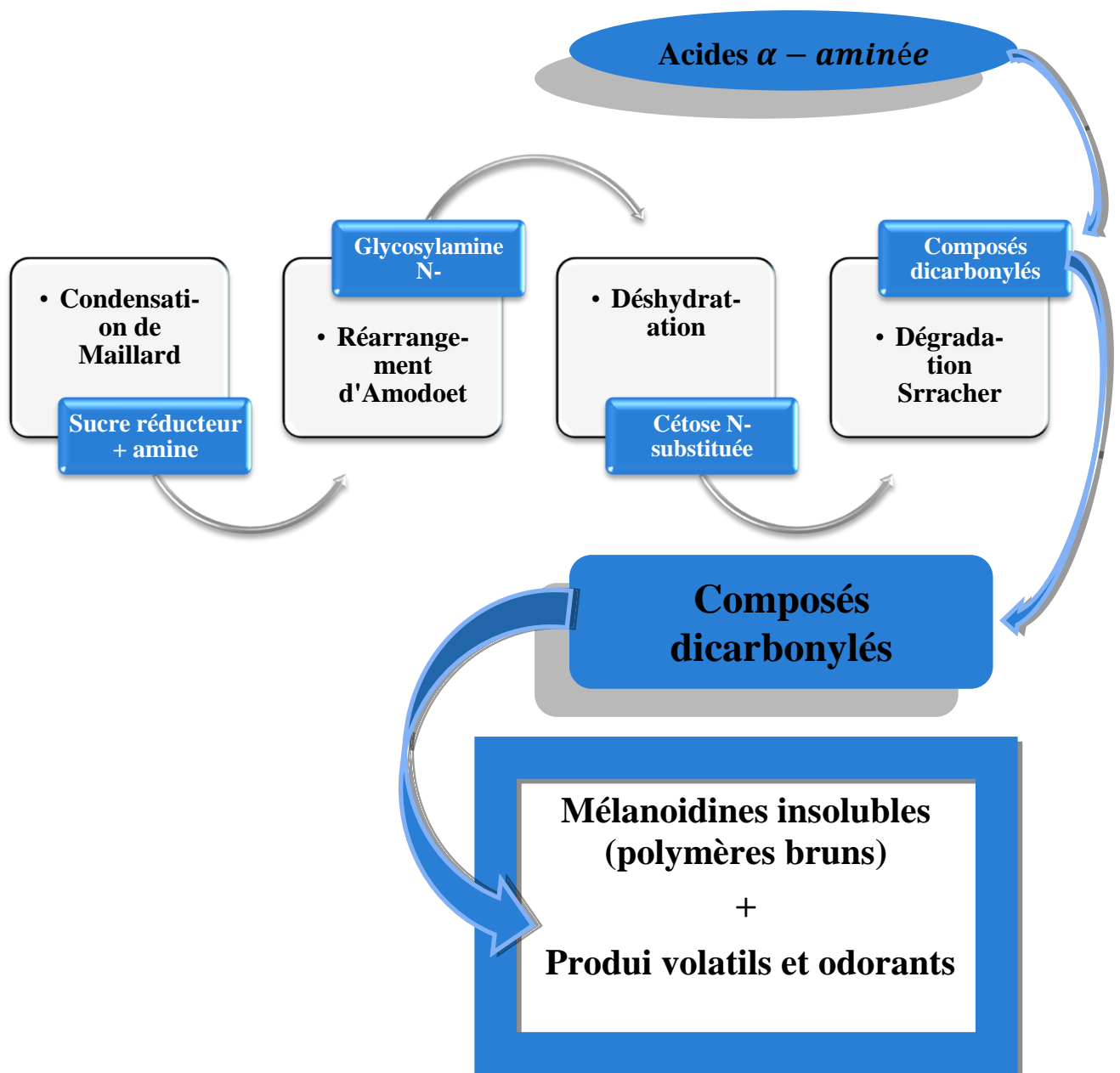


Figure I.7: Formation de mélanoidine selon la réaction de Maillard

I.7. Procédés unitaire d'industrialisation de sucre des dattes:

Le procédé d'extraction de sucre comprend principalement les opérations unitaires suivantes:

- 1) Diffusion.
- 2) Épuration.
- 3) Évaporation.
- 4) Cristallisation.

I.7.1. Procédés et techniques d'extraction de jus:**I.7. 1.1. Diffusion:**

Dans cette opération, le sucre est extrait des cossettes par diffusion en utilisant de l'eau chaude (solvant) tout en limitant le transfert des impuretés dans le jus. Le phénomène de diffusion est basé sur le mouvement des molécules d'une région à concentration élevée (sucre emmagasiné dans le tissu cellulaire de datte) vers une autre à faible concentration (eau chaude) [17].

I.7. 1.2. Épuration:

Le but principal de l'épuration est de séparer les composants non-sucrés du Jus de diffusion (**jus sucré**) par précipitation, puis par sédimentation ou filtration. Ainsi, il est usuel d'épurer le jus par chaulage (ajout de la chaux – CaO) et carbonatations successives (ajout d'anhydride carbonique – CO₂)[17].

Cette opération se fait en deux étapes :

I.7.1.2.a. Chaulage:

Le chaulage se fait par l'addition de chaux sous forme d'oxyde de calcium (CaO) à la solution sucrée, ce qui conduit à l'élévation du pH du jus de dattes. Pour éviter l'hydrolyse des sucres par les acides existant dans le jus de datte [18].

A préconisé une quantité de **1%** d'oxyde de calcium par rapport au poids total des dattes. L'addition de chaux permet aussi de précipiter les impuretés facilement éliminables par filtration.

I.7.1.2.b. Carbonatation:

Elle se fait par addition de charbon actif aux jus chaulé, pour précipiter la chaux sous forme de carbonate de calcium (CaCO₃) selon la réaction suivante :



La filtration de jus trouble a pour but de séparer le carbonate de calcium du produit manufacturé.

I.7.1.3. Évaporation:

Le but principal de l'évaporation est de concentrer par ébullition le jus épuré (**10 %–15%** de saccharose) jusqu'au sirop à une concentration proche de la Saturation (**68,5g** de matière sèche /**100g** de sirop) [17].

I.7.1.4. Cristallisation:

Le but de cette opération est de former la masse-cuite par cristallisation du sucre contenu dans le sirop.

L'introduction de très fins cristaux dans le sirop amorce la cristallisation du sucre, puis le sirop cristallise et se transforme en masse-cuite, sirop coloré contenant en suspension de multiples petits cristaux [17].

I.7.2. Procédé d'extraction du sirop des dattes:

La méthode d'extraction adoptée, est inspirée de celle de l'extraction des sucres à partir de la betterave et dont le principe est basé sur le passage en solution à travers une membrane cellulosique perméable (selon les lois de diffusion transport passif) des matières solubles du jus de datte [19].

En ce qui concerne la présente étude, les sucres sont extraits par diffusion en utilisant de l'eau chaude comme solvant. On a utilisé une température égale 65°C ; Cette température à l'avantage de limiter le transfert des impuretés dans le jus des dattes.

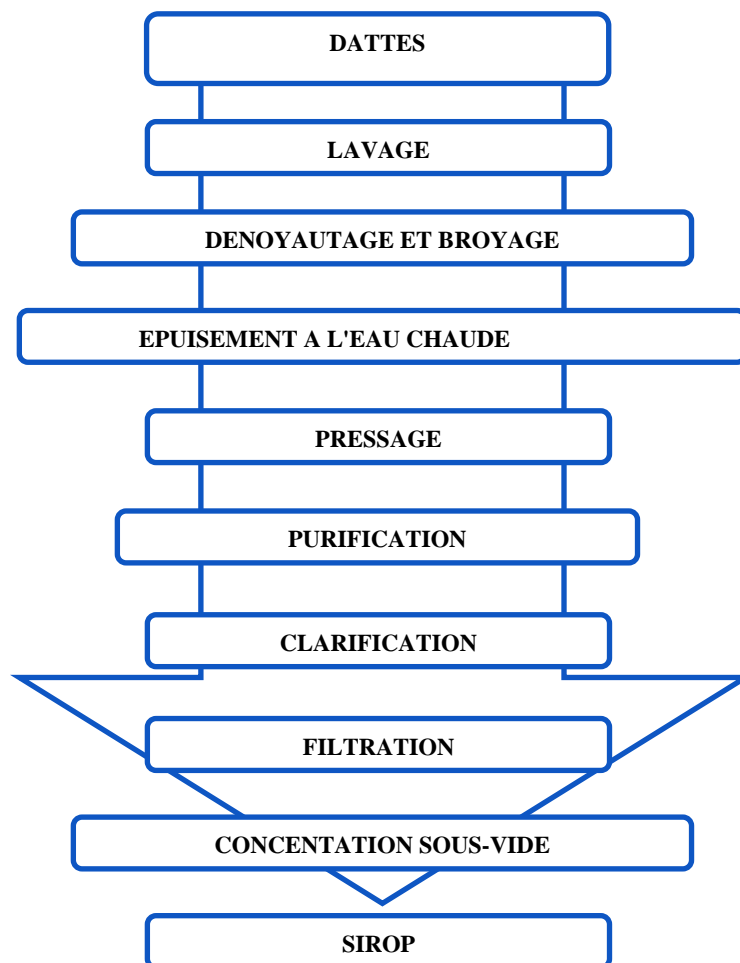


Figure I.8: Schéma de fabrication du sirop des dattes

I.7.3. Caractéristiques des sirops des dattes:

Les sirops des dattes contiennent essentiellement un mélange de sucres qui diffèrent par un certain nombre de propriétés, mais qui du point de vue alimentaire ont globalement la même valeur énergétique. Généralement, la composition biochimique du sirop de dattes se résume ainsi: un degré Brix compris entre **70 à 75 %** ce qui permet sa conservation au-delà de deux ans, sans risque d'altération, une teneur en eau de **12 - 25%** du poids frais et une teneur élevée en sucres totaux ($\geq 80\%$) dont la majorité est sous forme de sucres réducteurs, les éléments minéraux, les protéines sont présents en faibles quantités **0 -2 %** et les fibres solubles (pectines) **1-4%**.

Tableau I.1.Composition biochimique du jus de dattes [20, 21, 22].

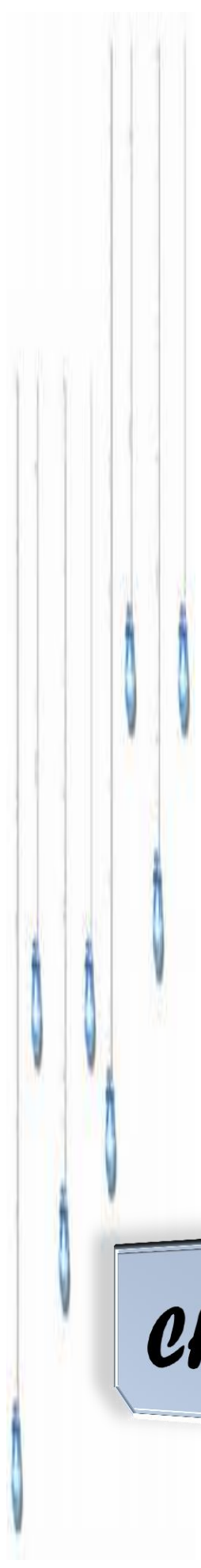
Composition en %	AL-EID (2006)	AL-KHATEEB (2008)	MIMOUNI et SIBOUKEUR (2011) (variété Ghars)
Teneur en eau	13.5	16	13.7
Solides soluble	86.5	84	86.3
Sucres totaux	81	79.45	80.73
Sucres réducteurs	80	74.83	79.96
Saccharose	1	4.87	0.77
Protéines	2.2	0.84	1.15
Pectines	1.8	1.46	3.86

I.7.4. Qualités physico-chimiques du sirop des dattes:

La densité moyenne du jeu est fonction de sa concentration finale. Elle est très élevée grâce au taux de solides solubles existant dans ce produit.

I.7.4.1. Sucres réducteurs:

Le terme « **sucres réducteurs** » vient historiquement de la réaction chimique qui a permis de les mettre en évidence. La méthode a été mise au point par un chimiste allemand, Hermann Fehling. Schématiquement, la liqueur de Fehling contient au départ des ions cuivriques qui colorent la solution en bleu ; certains sucres ajoutés à cette liqueur peuvent réagir avec les ions cuivriques et les transformer en ions cuivreux, qui donnent alors une couleur rouge brique caractéristiques. En chimie, cette transformation s'appelle une réduction d'où le terme de «**réducteurs**» pour les sucres qui la déclenchent. Les sucres réducteurs les plus courants dans les aliments sont le glucose et le fructose, et dans une moindre mesure le lactose et le galactose [23].



CHAPITRE II



II.1. Histoire de l'industrie sucrière:

La canne à sucre aurait d'abord été domestiquée en Nouvelle Guinée, vers **8000 av. J.-C.** De là elle serait passée, deux millénaires plus tard, aux Philippines, en Inde, et en Indonésie - à moins que cette dernière région n'ait été un autre lieu de domestication de la plante, indépendant du premier.

L'existence du sucre proprement dit n'est attestée que bien après, par un texte indien daté de **400 à 350 av. J.-C.** Encore que, rien ne prouve qu'il ait été cristallisé.

Les Occidentaux l'ont-ils connu dès l'Antiquité ? En **327**, un des généraux d'Alexandre le Grand, navigant entre les deltas de l'Euphrate et de l'Indus, parle du sirop de canne, et de la boisson fermentée qu'on en tirait. Mais pas du sucre cristallisé.

Sous le nom de «**saccharon**», est-ce de lui dont ont parlé Dioscoride, Pline, Galien et quelques autres auteurs grecs ou romains de l'Antiquité ? En tout cas, il n'y a pas encore de trace de sucre dans les recettes d'Apicius, au **IVe siècle** ap. J.-C.

Les mets n'y sont sucrés qu'avec du miel, du moût de raisin plus ou moins concentré, des raisins secs, des figues sèches ou des dattes.

Il a fallu attendre les Arabes pour que l'usage alimentaire du sucre de canne se répande dans le monde méditerranéen, puis dans les pays d'Europe. Du **IVe au VIIIe siècle**, les centres de fabrication du sucre étaient toujours établis entre les bouches de l'Indus et celles de l'Euphrate.

Puis, du **VIIIe au Xe**, les Arabes l'ont implanté très rapidement dans tous les lieux de leurs conquêtes: Irak, Syrie, Liban, Palestine, Egypte, Rhodes, Chypre, Sicile, Afrique du Nord, Sud de l'Espagne, et finalement Crète et Malte dernières conquises.

Du **VIIIe** siècle aux **XV^e-XVI^e**, c'est dans ces régions méditerranéennes qu'a été localisée la production sucrière. Et depuis la fin du **Xe siècle**, l'usage du sucre est entré en Europe par Venise.

À partir du **XIe** siècle, cependant, les Arabes en ont peu à peu perdu le monopole: avec la conquête de la Sicile par les Normands d'abord, puis les croisades et la constitution des royaumes francs d'Orient, la domination maritime de Venise et de Gênes en Méditerranée orientale, et enfin la reconquête de l'Espagne qui s'achève en **1492**.

Au **XVe siècle**, bien avant l'achèvement de la reconquête, Espagnols et Portugais l'ont implanté dans les îles atlantiques nouvellement colonisées - Canaries castillanes, Madère et Sao Tomé portugaises - qui peu à peu supplantent les centres de production arabes.

Enfin, au **XVIe**, la canne à sucre passe de l'autre côté de l'Atlantique: aux Antilles (où Colomb l'a établie dès **1493**, mais où elle végète longtemps) et surtout au Brésil qui devient avant la fin du siècle le premier Producteur mondial Il l'est resté pendant un siècle, de **1580** à **1680**, Non obstat la concurrence des planteurs hollandais du Surinam.

Mais dans la seconde moitié du **XVIIe**, s'y est ajoutée celle des Anglais de la Barbade (depuis **1640**), de la Jamaïque (**1655**) et celle des Français de la Martinique, de la Guadeloupe, de Saint Christophe, puis de Saint- Domingue. Vers **1680**, les Portugais et le Brésil ont perdu leur prééminence.

Vers **1700**, non seulement la France et l'Angleterre suffisent à leur marché intérieur, mais elles ont éliminé les Portugais des marchés de l'Europe du Nord.

Au **XVIIIe siècle**, la prédominance des Antilles anglaises et française est écrasante.

Dans la seconde moitié du siècle, la France l'emporte sur l'Angleterre non seulement comme puissance exportatrice mais aussi comme productrice. Cependant, la révolte victorieuse des esclaves de Saint-Domingue (**1791-1804**), a rendu la première place aux Anglais.

Pour compenser cette perte et aussi en raison de la guerre contre l'Angleterre, les Français ont, sous l'Empire, mis au point et développé la production du sucre de betterave.

Avant la fin du **XIXe siècle**, celui-ci s'est imposé et tout en ne représentant aujourd'hui qu'environ la moitié du tonnage du sucre de canne, il permet aux grands pays consommateurs d'en contrôler les prix.

Au **XIXe siècle** la canne à sucre a d'ailleurs été cultivée dans de nouvelles régions du monde: Afrique du Sud, Réunion, île Maurice, Fidji, Indonésie, etc.

Plus récemment, les Etats-Unis ont beaucoup augmenté leur production de sirop de maïs qui atteignait en **1980** presque la moitié de la production de saccharose.

II.2. Plantation sucrière et esclavage:

L'histoire du sucre ne concerne pas seulement les transformations de l'économie mondiale et du régime alimentaire occidental: elle est aussi liée très étroitement à un drame historique de première grandeur, l'esclavage et la traite des noirs. Des esclaves de diverses origines étaient déjà employés pour la culture de la canne et la fabrication du sucre en Méditerranée : aussi bien sous la domination des Arabes que sous celle des Chrétiens.

Mais dans les îles atlantiques, sur le continent américain et plus encore dans les Antilles, leur nombre s'est accru constamment, du **XVe siècle** à la fin du **XVIIIe**, avec la taille des plantations et la croissance fantastique de la production. Alors que le tabac, l'indigo ou le café étaient cultivés aux Antilles par de petits colons employant des travailleurs blancs sous contrats amenés plus ou moins volontairement dans les îles,

Les esclaves africains passèrent longtemps pour indispensables à la production du sucre dans de grandes plantations qui étaient des entreprises à la fois agricoles et industrielles, capitalistes aussi bien qu'esclavagistes. Pour la production du sucre, des millions d'esclaves africains ont été envoyés au Nouveau Monde, en particulier au Brésil, dans les Guyanes et les Antilles.

Entre **1701** et **1810**, pour mettre en valeur ses **430 km²**, La Barbade acquiert **252 500** esclaves africains; la Jamaïque, **662 400** pendant la même période. Dans la partie française de Saint-Domingue, où l'on avait importé **800 000** esclaves de **1680** à **1776**, on comptait à la veille de la Révolution **452 000** esclaves, pour **40 000** blancs et **28 000** affranchis et mulâtres.

Après l'interdiction de la traite (**1815**) et l'abolition de l'esclavage (de **1838** dans les colonies britanniques à **1884** à Cuba) la main d'œuvre servile fut remplacée par une main d'œuvre salariée, recrutée parmi les descendants d'esclaves et des travailleurs importés des Indes [24].

II.3. Le sucre et ses marchés

Le sucre est la matière première dont le prix est le plus sensible aux fluctuations économiques. Les politiques nationales tendent de plus en plus vers l'autosuffisance. Les marchés internationaux se réduisent et se libéralisent : ils deviennent le lieu où les surplus sont brades. La concurrence des produits édulcorants se fait sentir, en particulier dans les pays industrialisés. Aucune perspective de régulation du marché mondial ne se dessine à moyen terme.

Si toutes les plantes produisent des sucres, seules quelques-unes (les plantes saccharifères) sont capables de stocker le saccharose, principal sucre naturel consommé dans le monde. Il provient essentiellement de la betterave en région à climat tempéré et de la canne à sucre dans les pays chauds.

On extrait également du sucre à partir de l'érable (Canada), du palmier (Sri Lanka, Thaïlande) ou des dattes (Pakistan), mais les volumes concernés sont très limités. En **1991 -1992**, la canne à sucre occupait environ **18 millions** d'hectares dans **82 pays** et la betterave **8 millions** dans **48 pays**.

Les rendements varient fortement, pour des raisons climatiques et techniques, entre **3 et 13 tonnes** de sucre par hectare pour la canne à sucre et entre **2 et 11 tonnes** pour la betterave. Pour la canne à sucre, les meilleurs rendements se situent aux îles Hawaï, au Swaziland et en Australie.

II.3.1. Sucre roux, sucre blanc

Pour le consommateur, le sucre existe sous des formes très variées : sucre cristallisé, sucre en poudre, sucre glace, sucre en morceau, sucre candi... Ce ne sont que des présentations agro-industrielles d'un même produit.

Sur les marchés internationaux, on distingue le sucre brut (sucre roux qui contient entre **85 et 98 % de saccharose**) et le sucre blanc ou sucre raffiné qui contient au moins **99,7 %** de saccharose. Sucre brut et sucre blanc proviennent indifféremment de la betterave ou de la canne à sucre.

II.3.2. La production mondiale:

La production de sucre de betterave augmente ainsi régulièrement au **19^e siècle** et dépasse celle de la canne. La première guerre mondiale va modifier cet équilibre: aujourd'hui, le sucre de canne représente environ les deux tiers de la production mondiale contre un tiers pour le sucre de betterave.

Le marché mondial place actuellement les deux plantes en concurrence. Toutefois, la part respective de chacune des productions ne s'explique pas seulement par les coûts de production qui, en général, sont comparables, mais plutôt par les politiques d'auto-provisionnement ou d'exportation des différents pays.

Certains pays (la Chine, les Etats-Unis, l'Espagne et le Maroc) sont d'ailleurs à la fois producteurs de canne et de betterave, en raison de la diversité de leurs climats ou de leur situation géographique à la charnière entre les deux zones, tempérée et tropicale.

Ce régime figure II.1. Elle illustre la production mondiale de canne à sucre et les betteraves. Million

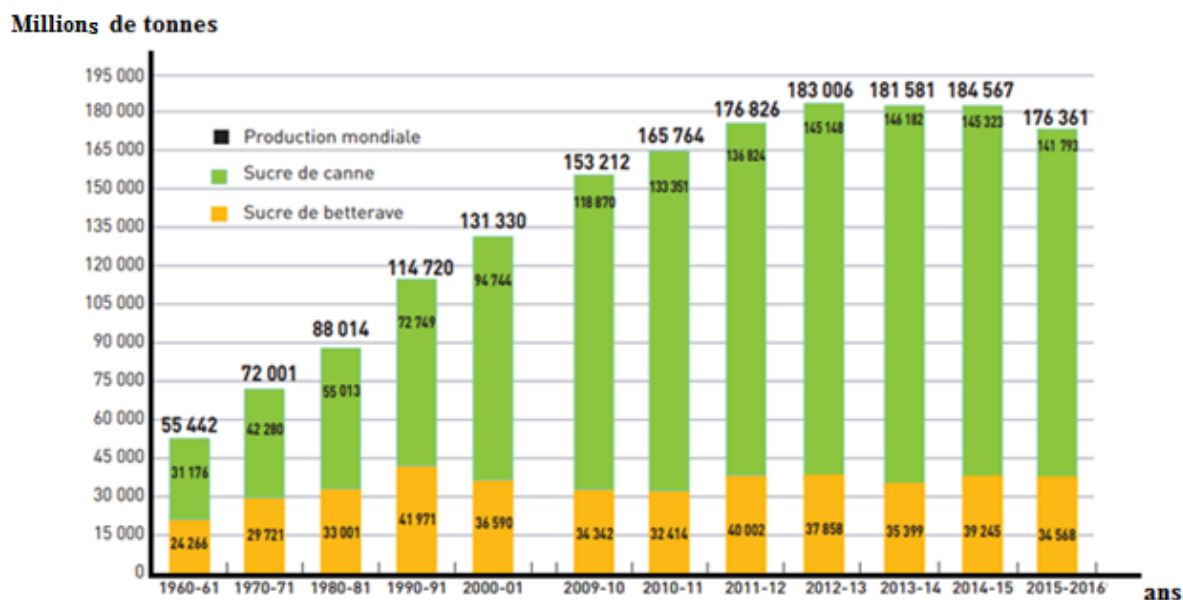


Figure II .1. Les productions mondiaux de sucre de canne et de betterave, [Source : F.O. LICHT, 2015]

Le graphique réunit les chiffres des campagnes nationales dont les dates varient selon les pays, contrairement au tableau des bilans établi à une date fixe. Il en résulte de légères différences.

Le sucre de canne représente désormais **80,4%** de la production mondiale, contre **73,8%** en 2005-06. L'Asie et l'Amérique du Sud comptent pour respectivement 38% et 25 % de l'offre mondiale de sucre, contre **31,9%** et **24,1%** en 2005-06.

Dans les présentes données statistiques, certains des chiffres sont exprimés en sucre blanc, d'autres en sucre brut, d'autres en sucre tel quel. Les statistiques mondiales sont généralement exprimées en sucre brut ; toutefois l'ISO exprime des statistiques bilans en tel quel depuis **2015**. Le taux de conversion pour passer du brut au blanc, donné par le Conseil International du Sucre, et utilisé ici par O.I.S., est de 0,92. Le taux de conversion pour passer du blanc au brut est de 1,09 Tableau II. 1 suivant montre.

Tableau II.1. Bilan sucrier mondial

	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Stock initial	76.623	83.254	85.560
Production	171.386	171.180	166.833
Consommation	165.357	168.894	171.851
Stocks finaux	83.254	85.560	80.552

(en milliers de tonnes de sucre tel quel)

II.4. Le marché du sucre en Algérie:

Les Industries Agroalimentaires (**IAA**) en Algérie ont connu leur essor dans les années **70** avec les programmes publics de développement visant à la création de sociétés nationales, notamment dans les filières céréales, lait, eaux et boissons. Ces filières restent les plus importantes mais sont suivies maintenant par celles du sucre, des corps gras, des conserves, des viandes, etc. Les **IAA** connaissent un développement remarquable depuis **15ans** et les perspectives de croissance sont encore plus importantes pour le futur, compte tenu de l'importance de la demande algérienne et des possibilités d'exportations dans certains secteurs. Un programme de développement des **IAA** est en cours, afin d'en accroître le nombre et de les mettre à niveau. Les moteurs du développement sont l'investissement, la modernisation des équipements, l'acquisition de savoir-faire, les partenariats, l'innovation, la gestion de la sécurité sanitaire, la normalisation, la certification,...

L'Algérie veut profiter des revenus pétroliers pour favoriser le développement de la production dans les secteurs fortement déficitaires (céréales, lait, viandes,...) et favoriser la transformation. L'objectif du gouvernement algérien est de réduire la dépendance vis-à-vis de l'étranger, en veillant à ce que le marché intérieur soit suffisamment approvisionné et à des prix acceptables. Aux yeux du gouvernement, les **IAA** ont une grande importance parce qu'elles visent à assurer la sécurité alimentaire du pays, mais aussi parce que l'agriculture et les **IAA** emploient près de **23%** de la population active et contribuent pour **12%** au **PIB** de l'Algérie (dont **2%** pour les **IAA**).

Les **IAA** représentent au moins **17 000** entreprises et génèrent plus de **140 000** emplois mais le secteur exporte très peu, malgré le potentiel pour certains produits. Pour y arriver, l'industrie doit continuer à se développer, à se moderniser et à améliorer ses standards [25].

Les résultats en matière de réalisations du commerce extérieur de l'Algérie pour le mois de novembre **2015** ont enregistré un déficit de la balance commerciale de **1,65milliard** de Dollars US, contre un excédent de **247millions** de Dollars US.

Cette tendance s'explique essentiellement par les baisses respectives des exportations et des importations (**56,26%**) et (**18,9%**) En effet, cette tendance à la baisse plus rapide pour les exportations s'est répercutée sur le taux de couverture des importations par les exportations qui est passé de **105%** en novembre **2014** à **57 %** durant le mois de novembre **2015**.

Les exportations hors hydrocarbures qui demeurent relativement marginales, avec seulement **7,21%** du volume global des exportations dont Les principaux «**produits hors hydrocarbures**» exportés, sont constitués essentiellement par le groupe «**demi-produits**» qui représente une part de **6,01%** du volume global des exportations soit l'équivalent de **130millions** de dollars US, suivi par les «**biens alimentaires**» avec une part de **0,6%** soit **13millions** de dollars US, suivi par le groupe «**produits bruts**» avec la part de **0,46%**.

Les importations réalisées au cours du mois de novembre **2015** ont été financées essentiellement par **CASH** à raison de **56,32%** soit **2,15Milliards** de Dollars US, dont le sucre blanc constitue presque **60-50%** des produits alimentaires importés [26].

CHAPITRE III



III.1. Généralité sur le palmier dattier:

III.1.1. *phœnix dactylifera*:

Le palmier dattier ; comme le précise son nom; appartient à une grande famille d'arbres à palmes et produit des dattes .le palmier dattier est aussi date palme en anglais; Nakhil ou tamr en arabe, en afar; en Somali. Mais dans tous les pays; il porte le même nom latin; *phœnix dactylifera*; tous les animaux et les végétaux ont un nom latin pour que chacun puisse les désigner en étant compris de tous; quelque soit le nom commun utilisé dans la langue locale [27].

Phœnix dactylifera L; provient du mot "**phœnix**" qui signifie dattier chez les phéniciens, et *dactylifera* dérive du terme grec "**dactulos**" signifiant doigt; allusion faite à la forme du fruit [28].

Le palmier dattier était primitivement cultivé dans les zones arides et semis arides chaudes de l'ancien monde il fut propagé; par la suite; en dehors de son aire d'extension et de culture; non seulement comme arbre fruitier; mais aussi comme essence ornementale. On le trouve en association avec d'autres palmiers d'espèces voisines dans toutes les localités privilégiées à hiver doux des rivages méditerranéens; où sa présence communique au paysage une note de chaleur et d'exotisme.

Il fut introduit sur les côtes orientales de l'Afrique par les arabes; bien avant les premiers voyages des navigateurs Européennes du **XV** siècle dans ces parages; aux **XVII** et **XVIII** siècle aux îles Comores et Mascareignes; ainsi qu'à Madagascar; ou **XIX** siècle en Australie; et récemment en Afrique du sud. Son introduction au nouveau monde; au début de **XVI** siècle à suivi de très près la découverte de ce continent [29].



Figure III.1. Datte et palmier dattier

I.1.2. Classification botanique [30] :

- **Groupe:** spadiciflors
 - **Ordre:** palmale
 - **Famille:** palmacées
 - **Espèce:** Dactylifera L
- **Sous famille:** Coryphoïdées
 - **Tribu:** phoenicées
 - **Genre:** phœnix

III.2. La datte:

III.2.1. Définition :

La datte, fruit du palmier dattier, est une baie, généralement de forme allongée, oblongue ou arrondie. Elle est composée d'un noyau, ayant une consistance dure et une partie comestible; dite chair ou pulpe.



Figure III.2: Photo présentée les différentes parties des dattes : dattes, pulpe et noyau

III.2.2. Les stades d'évolution:

La datte passe par différents stades d'évolution. le tableau suivante présente cette stades et les appellations utilisées en Afrique du Nord et en Irak

Tableau III.1: Différents stades d'évolution des dattes.

Pays	stades développement de la datte				
	I	II	III	IV	V
Irak	Hababouk	Kimiri	Khalal	Routab	Tamr
Algérie	Loulou	Khalal	Bser	Martouba	Tamr
Libye	-	Gamag	Bser	Routab	Tamr
Mauritanie	Zei	Tefejena	Enguei	Blah	Tamr

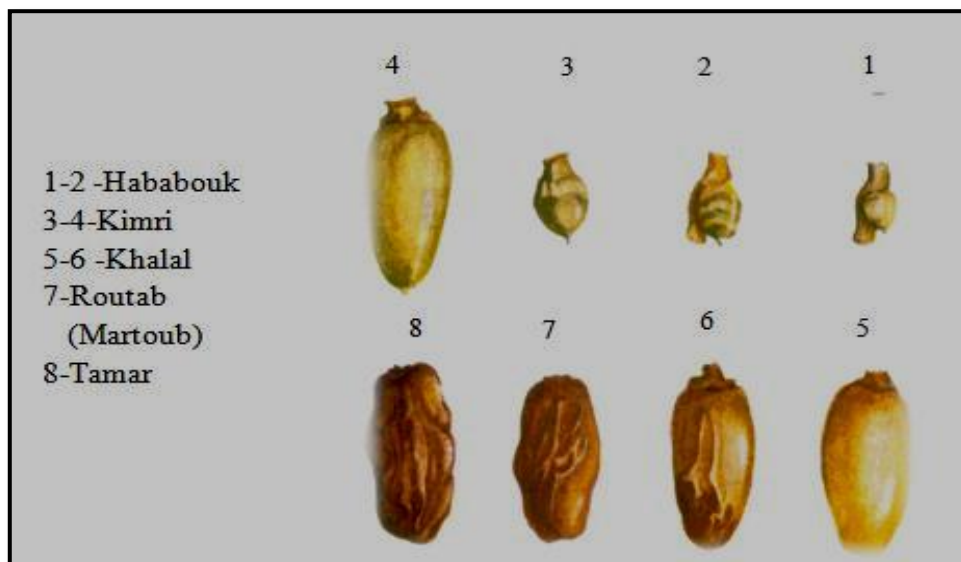


Figure III. 3: Différents stades d'évolution des dattes

Les différents stades en Algérie peuvent être définis comme suite [28,31]:

- **Loulou:** Il commence juste après la fécondation et dure environ cinq semaines
- A ce stade le fruit est entièrement recouvert par le périanthe et se caractérise par une croissance lente.
- **Khlal:** Il se caractérise par le couleur vert et un grossissement rapide de fruit ainsi qu'une augmentation des concentrations en amidon et une légère augmentation des sucres totaux et de la matière sèche. Ce stade dure neuf à quatorze semaines.
- **Besr (bser):** stade de développement de la datte durant lequel le fruit prend sa forme finale.
- **Martouba:** catégorie de datte Deglet-Nour obtenue après triage.
- **Tamr (Tmar):** stade où le fruit est mur complètement

III.3. Les variétés des dattes:

Les variétés des dattes sont très nombreuses, seulement quelques-unes ont importance commerciale. Le tableau suivant présente les cultivars dominants dans les principaux pays producteurs de dattes de l'ancien monde [29].

Tableau III.2: Les cultivars dominants dans les principaux pays producteurs de dattes de l'ancien monde

Pays	Cultivars	Pays	Cultivars
Algérie	Degla-Beïda, Mech-Degla, Deglet-Nour .	Libye	Bikraari, Khadraï, TASFERT .
Arabie-saoudie	Rouzeiz, Koulass, Kounncizi .	Maroc	Jihel, Bou feggous, Mchjoul.
Egypte	Hayani, Saïdi ou siwi, Samani	Mauritanie	Ahmar, Tinterguel, Tidiguert, Sekani, Amsersi.
Irak	Zahidi, Sayir, Hallaoui, Deri, Hadraoui, Hestaoui, Tsiptab, Barhi.	Pakistan	Jawan Sor, Berni, Karoch, Siah, Karba, Kalud, Rabai, Dandari, Mazawali, Sabzo, Abdandan, Alini, Muzawijat, Kluskeech, Zard, Mekrani, Begum, Jangi, Zardan ou Zard Irani
Iran	Savir, Mouzâfti, Kabkab, Chahani, Mordasang.	Tchad	Martchiano, Zalao, Mektouli, Koudidou.
Tunisie	Deglet-Nour, Allig ou Fitmi		

Les variétés des dattes se différencient par leurs saveurs, consistance, forme, couleur, poids et dimensions [28,32].

En Algérie il existe plus de **940** cultivars des dattes [31,33], par exemple: ABDELAZAZ; ALIG; AMARI; ARECHTI; ARLOU; BOUAROUS; BOUHLESS; DEGLA BAIDHA; DEGLET NOUR; DEGLET ZIANE; GHARS; TINISINE; ... mais la principale variété cultivée est Deglet-Nour .

III.3.1. Le variété de datte (Deglet Nour):

Généralement; on a dite à DEGLET NOUR[31,33]:

- **Nom vernaculaire:** DEGLET NOUR.
- **Sens du nom:** doit de la lumière.
- **Distribution géographique:** abondant aux Aurès, Ziban, Oued Righ, Souf, Ouargla et dans le Mزاب. Fréquent à Metlili et à El-Méniaa. Rare au Tidikelt, Touat et au Tassili.
- **Importance et répartition:** le plus abondant des cultivars des oasis du Sud-est.

- **Date de maturité:** Aout-Septembre au Mzab, Metlili, El-Méniaa, Tidikelt et Tassili.
Octobre-Novembre ailleurs.
- **Date de récolte:** Septembre à Novembre.
- **Utilisation de la dattes:** Fraiche et conservé.
- **Mode de conservation :** dans des sacs et cagettes. par fois écrasé ou pilé.
- **Digestibilité:** Froide en général; mais chaude à Metlili; Mzab et dans le Souf.
- **Sensibilité à la fusariose:** sensible.
- **Appréciation:** dattes excellent, au gout exquis.
- **Commercialisation:** très importante, la plus commercialisée des dattes.

III.4. Production des dattes :

III.4.1. Dans le monde :

Les principaux pays producteurs de dattes sont: l’Egypte, l’Irak, l’Iran, l’Arabie-Saoudite, l’Emirats Arabes Unis, le Pakistan, l’Algérie et le Soudan (**tableau III.3**).

La production mondiale de dattes réalisée en **2004** est de **6,7 millions** de tonnes [34].

Tableau III.3: Production de dattes par pays, en **2013** [34]

Pays	Production, en quintaux
Egypte	1 393 760
Irak	605 083
Iran	1 049 968
Arabie-Saoudite	1 021 269
Emirats Arabes Unis	463 693
Pakistan	532 774
Algérie	721 577 1
Soudan	431 287
Oman	268 398
Libye	165 270
Tunisie	180 800

Du point de vue quantitatif, la production algérienne représente **7%** de la production mondiale, mais du point de vue qualitatif, elle occupe le premier rang grâce à la variété Deglet Nour, la plus appréciée mondialement.

III.4.2. En Algérie :

La production réalisée dans la campagne agricole (**2000/2001**) est de **4,18 millions** de quintaux (**Tableau III.4**) [35].

Tableau III.4: Production des dattes en Algérie de la campagne agricole (**2000/2001**), en quintaux [35]

Wilayas	Deglet-Nour	Gars et analogues (Dattes molles)	Degla-Beïda et analogues (Dattes sèches)	Total
Adrar	0	0	572 000	572 000
Laghouat	350	1990	2070	4 410
Batna	210	1430	4870	6510
Biskra	769 620	134 760	292 280	1 196 660
Bechar	0	0	94 890	94 890
Tamanrasset	0	0	47 930	47 930
Tebessa	4620	4000	1740	10 360
Djelfa	250	100	50	400
M'sila	0	0	2500	2500
Ourgla	434 110	207 760	66740	708 610
El-Bayadh	0	8750	0	8750
Llizi	90	620	8000	8710
Tindouf	0	500	0	500
El-Oued	895 450	234 920	105 820	1 236 190
Khenchela	1610	4880	1480	7970
Naama	0	1690	190	1880
Ghardaïa	106 000	38 600	131 400	276 000
Total	2 212 310	640 000	1 331 960	4 184 270

D'après le (**Tableau III.4**), près de **58,14%** de la production nationale de dattes est réalisée par les deux wilayas, El-Oued (**29,54%**) et Biskra (**28,6%**).

La variété Deglet-Nour, occupe la première place et représente **52,87%** de la production totale des dattes.

III.5. Transformation de la datte:

III.5.1. Confiseries à base de datte:

III.5.1.1. La pâte de datte:

Les dattes molles ou ramollies par humidification donnent lieu à la production de pâte de datte. La fabrication est faite mécaniquement. Lorsque le produit est trop humide, il est possible d'ajouter la pulpe de noix de coco ou la farine d'amande douce. La pâte de datte est utilisée en biscuiterie et en pâtisserie [36].

III.5.1.2. La farine de datte :

Elle est préparée à partir de dattes sèches ou susceptibles de le devenir après dessiccation. Riche en sucre, cette farine est utilisée en biscuiterie, pâtisserie, aliments pour enfants [37] et yaourt [38].

III.5.1.3. Les Sirops, les crèmes et les confitures de dattes :

Ces produits sont également fabriqués à base de dattes saines car il est important d'éviter tout arrière-goût de fermentation.

Selon Espiard (2002) [36], cette gamme de produit est basée sur l'extraction des sucres par diffusion de ces derniers et des autres composants solubles de la datte.

Par mélange et cuisson de pâte ou de morceaux de dattes et de sirop, nous pouvons obtenir des crèmes ou des confitures d'excellente qualité.

III.5.2. La mise en valeur des déchets:

Les dattes abîmées et de faible valeur marchande peuvent être utilisées en raison de leur forte teneur en sucre pour la production de:

III.5.2.1. La biomasse et protéines unicellulaires:

La production de protéines reste un objet essentiel afin de subvenir aux besoins mondiaux. A cet égard des essais de production de protéines d'organismes unicellulaires par culture de la levure *Saccharomyces cerevisiae* sur un milieu à base de dattes ont été réalisés.

III.5.2.2. Les alcools:

Les dattes constituent un substrat de choix pour la production de l'alcool éthylique. Selon Touzi (1997) [39], l'alcool éthylique a été produit au laboratoire avec un rendement de **87%**.

Le schéma suivant donné le mécanisme d'extraction de Glycérol

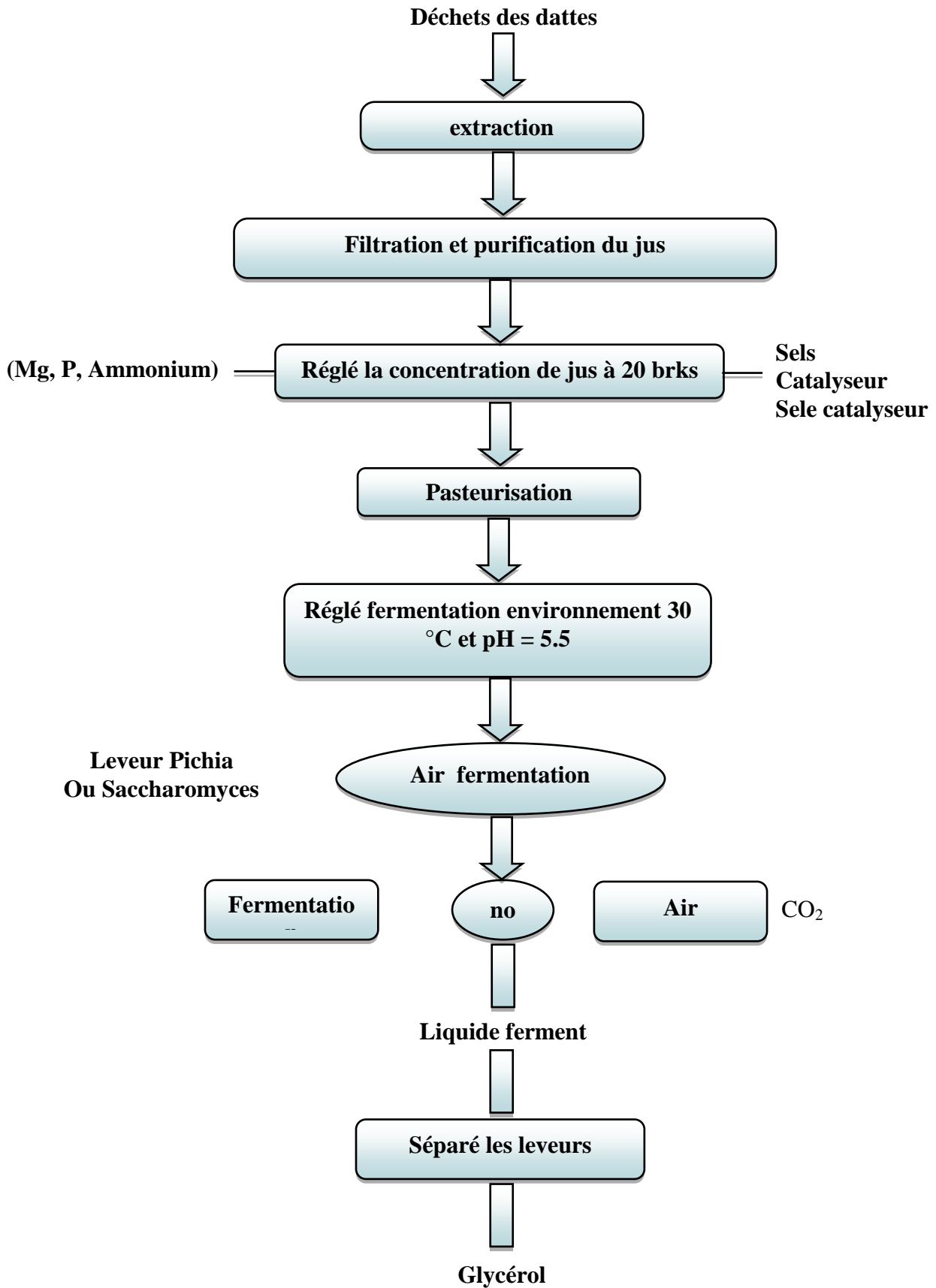


Figure III.4: Schéma d'extraction de Glycérolé

III.5.2.3. Le vinaigre:

Les dattes peuvent être utilisées pour l'élaboration de nombreux produits alimentaires parmi lesquels le vinaigre [40]. Ce dernier a été produit par culture de la levure *Saccharomyces uvarum* sur un extrait de datte [41].

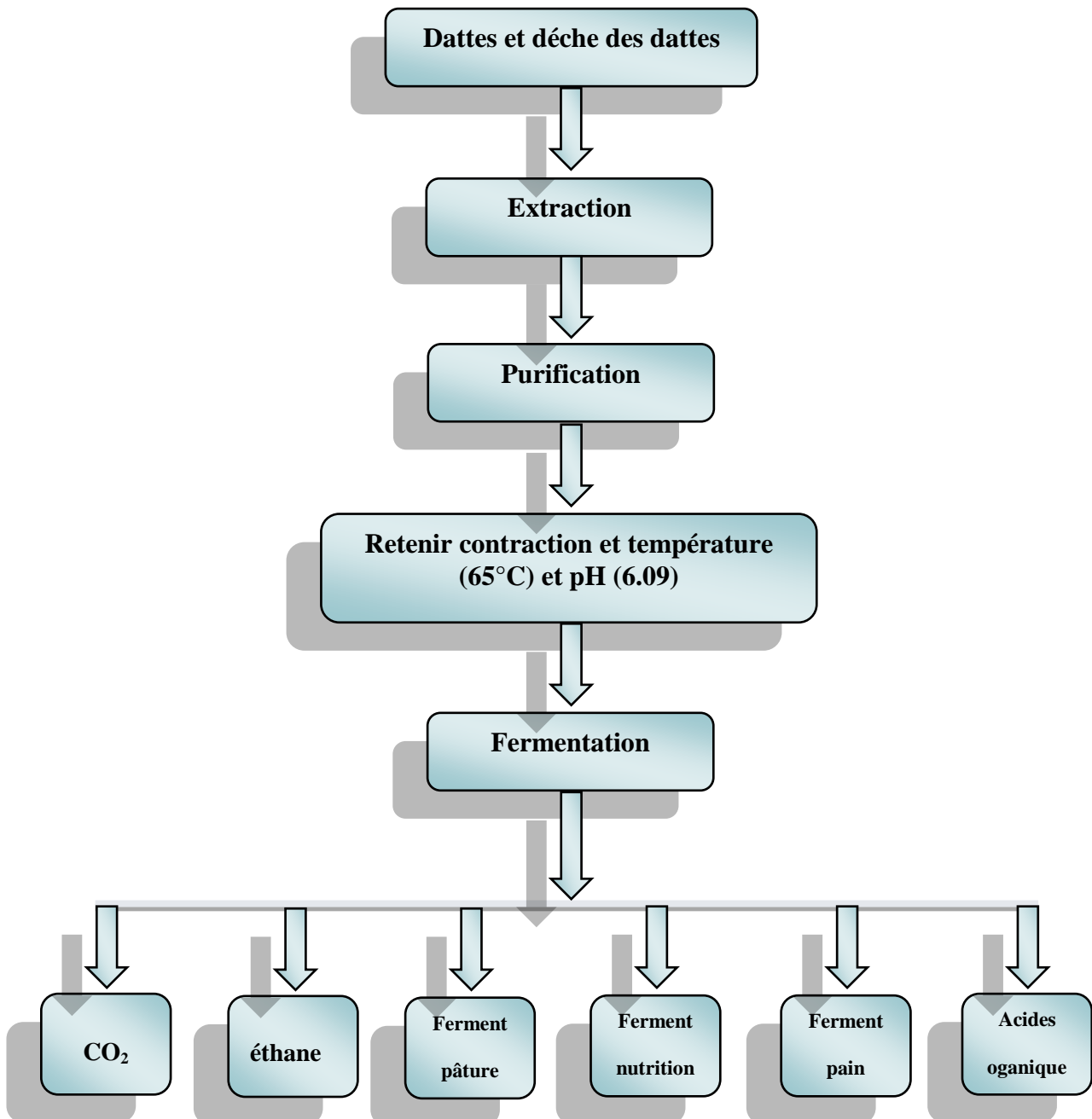


Figure III.5: Recyclage déche des dattes en industriel fermentation

III.5.2.4. Les aliments de bétail :

Les rebuts et les noyaux de dattes constituent des sous produits intéressants pour l'alimentation du bétail. La farine des noyaux de dattes peut être incorporée avec un taux de **10%** dans l'alimentation des poulets sans influencer négativement leurs performances [42].

III.5.2.5. Autres produits:

La datte constitue un substrat de choix pour la production de nombreux autres produits tels que: le vin [36] et le jus de datte [43]. (figure III.6) illustre les différentes opérations de la transformation de la datte et le noyau.

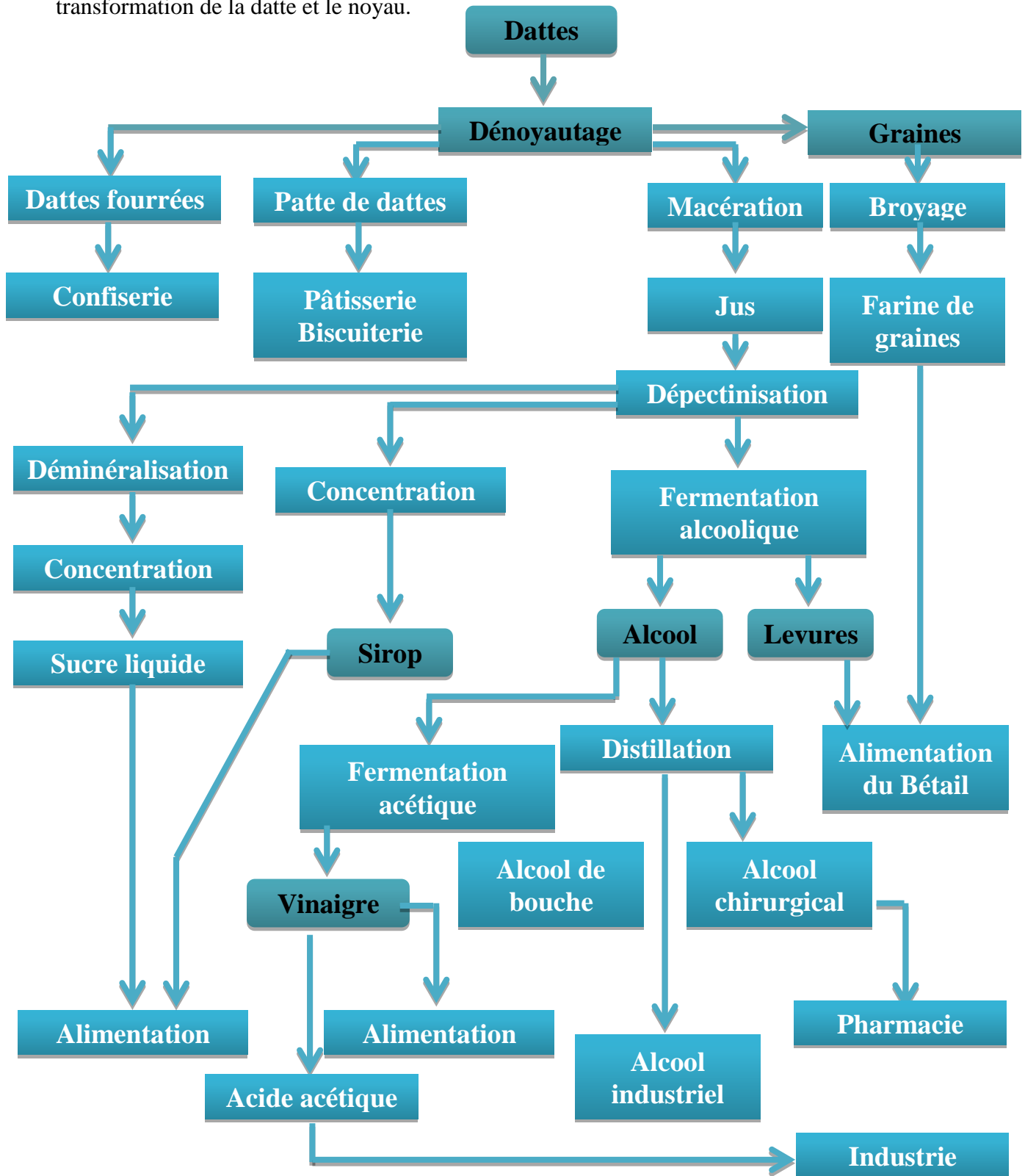


Figure III.6: Les différentes opérations de la transformation de la datte et le noyau.

III.6.Importance économique de la transformation de la datte:

La datte est un produit qui présente des avantages comparatifs et pour lequel il n'existe pas de problèmes de concurrence entre les pays développés et les pays sous-développés, comme c'est le cas pour d'autres produits agricoles (tomates, agrumes, olives, etc.).

La datte, fait l'objet d'un commerce intérieur et extérieur important, surtout la variété Deglet-Nour. Les autres variétés, même si elles ne sont pas largement commercialisées sur les marchés, peuvent être transformées en divers produits dont l'impact socio-économique est considérable tant du point de vue de la création d'emplois et de la stabilisation des populations dans les zones à écologie fragile.

Ainsi, les produits issus de la transformation de la datte limiteraient, par ailleurs la dépendance économique du pays vis-à-vis de l'étranger et lui permettraient d'économiser des devises susceptibles d'être dégagées pour d'autres secteurs [39].



Partie Pratique



CHAPITRE IV



IV. 1. Introduction:

On veut dans cette partie proposer un procédé efficace pour l'extraction de sucre alimentaire à partir des dattes de basse qualité de type «**Deglet Noir** », celle-ci est pour des intérêts économiques et parce que cette qualité n'est pas préférable pour la consommation humaine (décher de datte).

IV.2. Produits et matériel utilisés:

- 500g des dattes de basse qualité.
- Eau distillée.
- Malaxeur.
- Dispositif de filtration (papier filtre, pompe...etc)
- Refractomètre.
- Rotateur à vapeur.

IV.3. Protocole expérimental:

1. Etape 01: Préparation de jus des dattes :

1- On lave 500g des dattes de basse qualité de la région de Echott, commune de Tindla, Djamaa, W. El Oued (sud est de l'Algérie) par de l'eau distillée afin d'éliminer les impuretés solides de sable et de pierres d'argile.



Figure. IV.1: Datte de Deglet Nour, basse qualité

2- Cette quantité est soumise dans un malaxeur à jus et à l'aide de l'eau distillée, on obtient des cossettes des dattes.

3- Sous des flux d'eau distillée, on assure que l'extrême quantité de sucre a été transmise des dattes vers l'eau distillée.

4- Une filtration a été effectuée pour séparer la phase liquide (jus de sucre) à la phase solide (cossettes et pulpes).

5- On obtient à la fin de cette étape un Jus de sucre brut totalement à la phase liquide et qui contient l'extrême quantité de sucre possible.



Figure. IV.2: Extraction de jus de sucre brut

2. Etape 02: Préparation de sirop

Le jus de sucre contient de l'eau d'environ 80% ou plus et de sucre dissous avec les minéraux et les molécules des colloïdesetc.

Pour obtenir le sirop de sucre, il est nécessaire d'évaporer la grande quantité possible d'eau d'où la quantité de sucre et les autres produits dissouts seront d'un taux d'environ 90% ou plus. Pour cet objectif on met ce jus dans un rotateur à vapeur (rotateur à vapeur).



Figure. IV.3: Obtention de sirop de sucre brut par le rotavap

Le schéma suivant résume les étapes de production du sucre à partir des dattes (Figure. IV.4) :

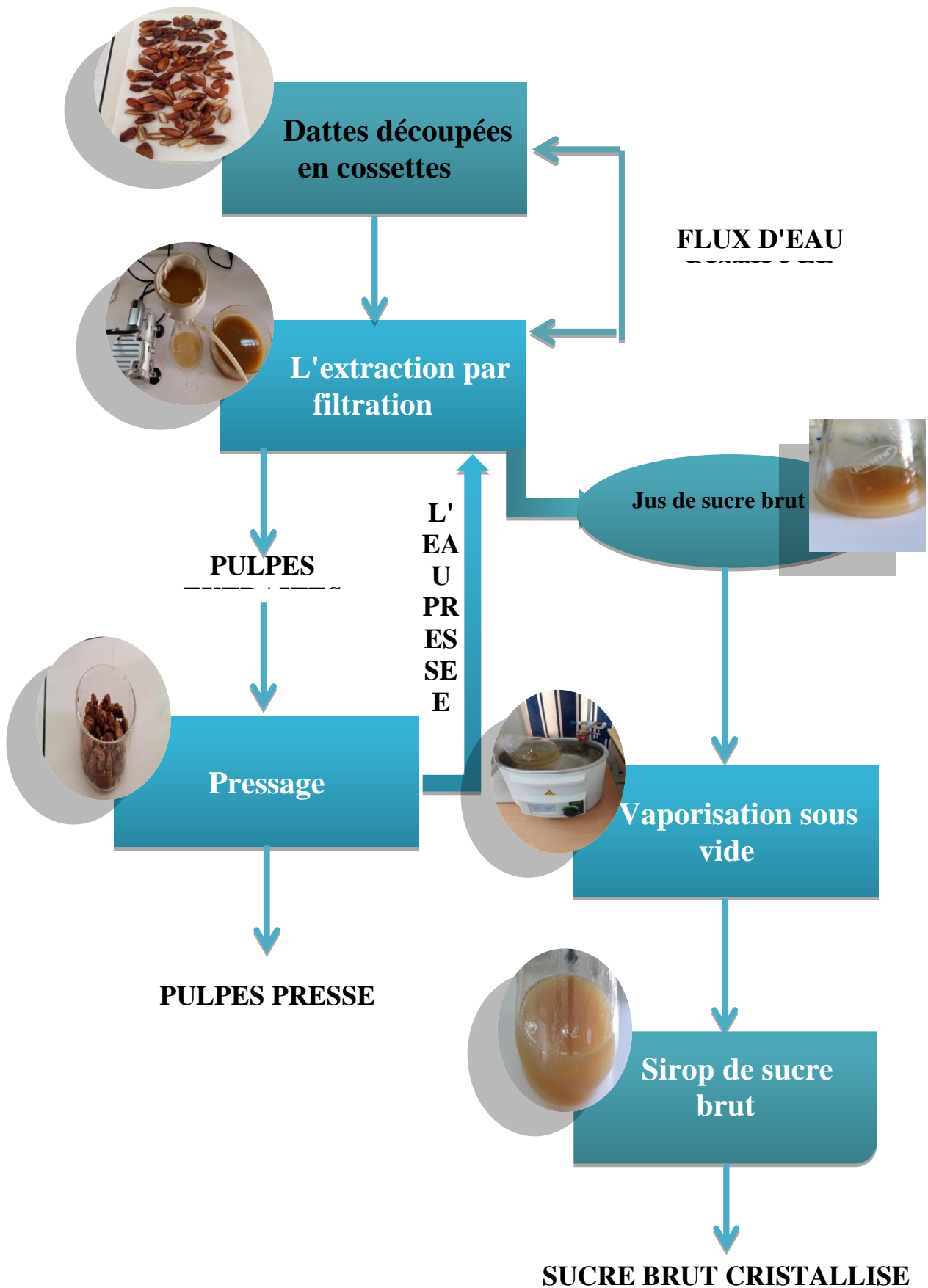


Figure. IV.4: Schéma des étapes de production de sucre

IV.4. Détermination du rendement en jus de datte:

Il s'agit de déterminer le rendement en jus juste après la filtration.

- **Matériel et mode opératoire:**

- Balance de précision.
- Il s'agit de peser la masse de jus totale et la masse obtenue après filtration.

- **Expression des résultats:**

C'est la masse de jus après filtration sur la masse de jus totale:

$$R = M_j / M_t \times 100$$

- M_j : masse de jus après filtration.
- M_t : masse de jus total.

Le rendement en jus est indiqué dans le tableau suivant (**Tableau IV.1**):

Tableau IV.1. Rendement en jus de datte:

Masse de jus totale (g)	Masse de jus après filtration (g)	Rendement en jus (%)
1348	1079	80.04

IV.5. Calcul de la teneur en sucre:

IV.5.1. Méthode de Brix:

Brix est le pourcentage de sucre dans les solutions pures, et est mesuré par un réfractomètre, et étalonné dispositif de lecture sur l'eau distillée à **20 °C**.

L'extrait sec soluble est déterminé par réfractomètre. Il mesure la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit à analyser. Il est exprimé en pourcentage de masse ou en degré Brix [44].

Expression des résultats- Lire directement les résultats de l'appareil.

Mode opératoire:

- remettre l'appareil en utilisant des gouttes d'eau distillée de sorte que le dispositif de lecture est égal à zéro à l'intersection des deux régions.
- quelques gouttes de jus sont versées sur le prisme de l'appareil est tournée ensuite vers une source de lumière.
- la lecture est faite sur l'échelle l'oculaire, à l'intersection des zones claire et sombre.
- Une analyse par un refractomètre (**Figure. IV.5**) chez le **laboratoire CHIHABI** a été effectuée pour connaître la teneur en sucre dissous dans cette solution.

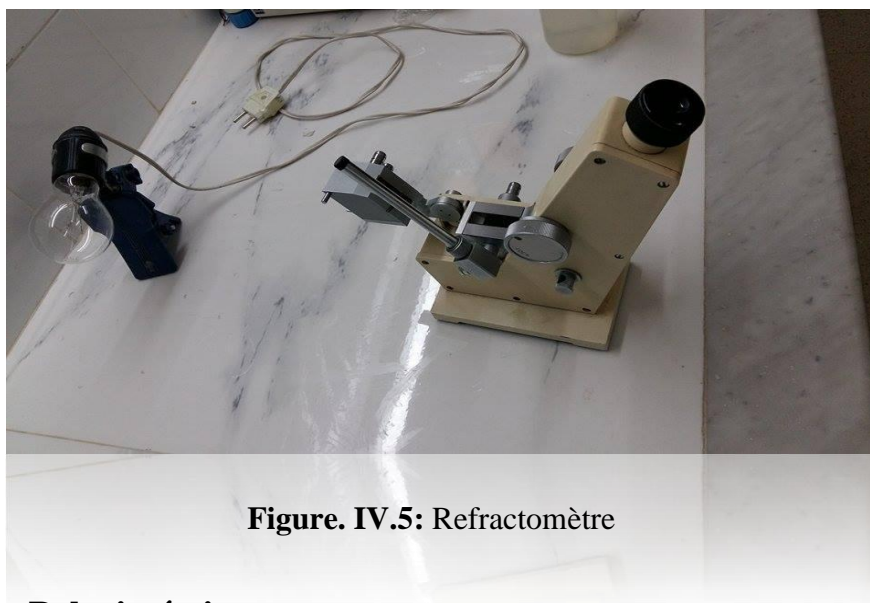


Figure. IV.5: Refractomètre

IV.6. Etude par Polarimétrie:**IV. 6.1. Calcul de l'angle de rotation spécifique $[\alpha]_D^{20}$ du saccharose:**

Nous avons utilisé un polarimètre de type OPTECH PL1 (**K71245**) équipé par une lampe du sodium comme source de la lumière monochromatique (**589.3nm**), l'échelle de lecture est de **0** à **180°** avec une précision de **0.05°**. L'angle de rotation est proportionnel à la capacité de composés à faire rotter le plan de la lumière polarisée dite : angle de rotation spécifique $[\alpha]$ en **degré $\text{dm}^{-1} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$** , la longueur de la cellule portant la solution l en dm et la concentration du composé optiquement active c en (**g/cm^3**).

$$\alpha = [\alpha] \cdot c \cdot l \quad (\text{IV.6.1})$$

L'angle de rotation spécifique $[\alpha]$ est une propriété caractéristique d'une molécule optiquement active donnée.

- Si elle est d'une valeur positive, le composé est dit: **dextrogyre**.
- Si elle est d'une valeur négative, le composé est dit: **Lévogyre**.

L'idée est d'estimer la valeur de $[\alpha]$ pour notre sucre extrait des dattes et de sucre alimentaire pour la comparaison en traçant la courbe d'étalonnage $\alpha = f(c)$ [45].

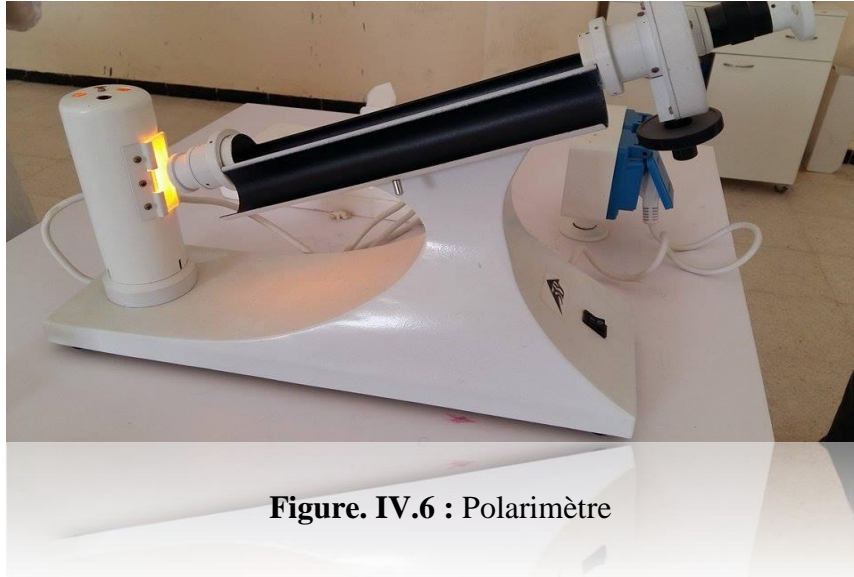


Figure. IV.6 : Polarimètre

L'angle spécifique qui caractérise le saccharose est presque la même en tenant compte l'erreur expérimental et est obtenue à partir du courbe d'étalonnage (**Figure. IV.7**).

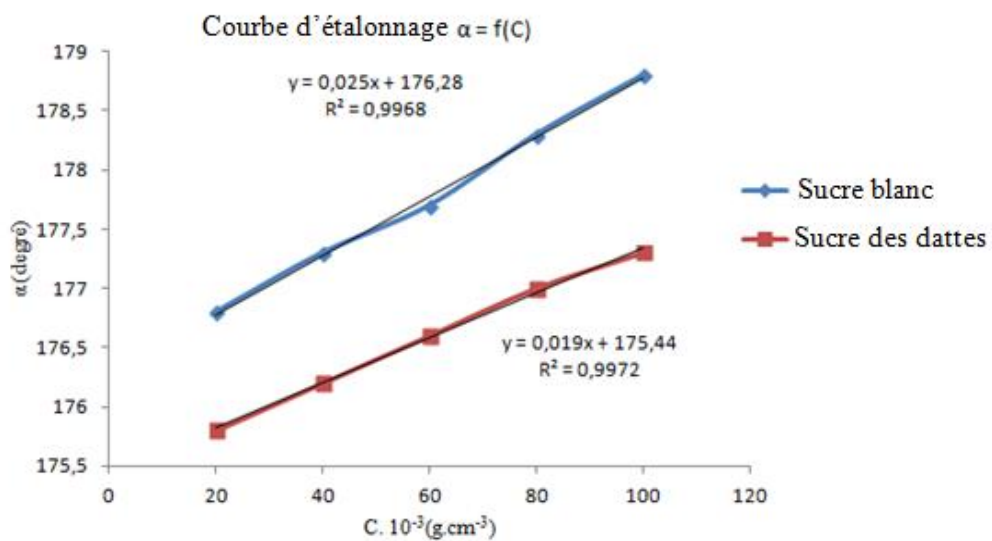


Figure. IV.7: Courbe d'étalonnage de polarimétrie

Par comparaison entre le sucre raffiné importé (**sucre blanc**) et le sucre brut extrait de dattes, nous avons trouvé facilement qu'il n'y a pas une grande différence, cela signifie que les teneurs en saccharose sont convergés.

IV. 6.2. Calcul de la pureté optique:

Pour un échantillon peut être contaminé par une énantiomère opposée ou par d'autres composés optiquement actifs, la pureté optique est définie :

$$\text{Pureté optique} = \frac{[\alpha]_{obs}}{[\alpha]} \times 100 \quad (\text{IV.6.2})$$

$[\alpha]_{obs}$: L'angle de rotation spécifique obtenue à partir de la pente de la courbe linéaire de $\alpha = f(c)$ fonction.

$[\alpha]$: Valeur expérimental + **66.37° à T= 20°C [46]**

Les résultats expérimentaux extraits des techniques refractométriques et polarométriques est rassemblés dans le tableau suivant (**Tableau IV.2**):

Tableau IV.2. Les propriétés optiques et refractométriques.

	Bx % ⁽¹⁾	$[\alpha]_D^{20}$ (°dm⁻¹ cm³ g⁻¹)	Pureté optique (%)
Sucre blanc (raffiné)	25	25	37.67
Sucre brute des dattes	25	19	28.63

(1) Degré refractométrique de la substance sèche = SS g/100g

On peut facilement signaler que malgré le sucre des dattes est brut contrairement à l'autre mais aucune différence en teneur de sucre dans **100g** de matière sèche, cela nous aide à connaître la teneur en sucre énorme dans les dattes (**degré Brix**).

IV.7. Etude par spectroscopie UV-visible:

Parmi les méthodes appliquées pour avoir des résultats dans le cadre d'une étude de la contenue sucrière par la spectroscopie UV- visible est la méthode dite: « méthode phénol-acide sulfurique ». Cette méthode est basée sur l'effet qu'un sucre simple ou complexe ou ses dérivés incluant les méthyl-esters avec des groupes réducteurs libres qui sont sous la réaction avec le phénol et l'acide sulfurique concentré vont se transformer à une couleur jaune orange, la réaction est sensible et cette couleur est stable. La méthode est simple, rapide, sensible et les résultats sont reproductibles.

Le changement en couleur de solution est mesuré dans le domaine visible et proportionnel à la quantité de sucre dans l'échantillon.

L'hydrolyse des carbohydrates sous chauffage dans un milieu très acide produit des composés dérivés de furanne qui seront de ses tours condensés avec les composés phénoliques produisant des substances colorées (**Figure. IV.8**).

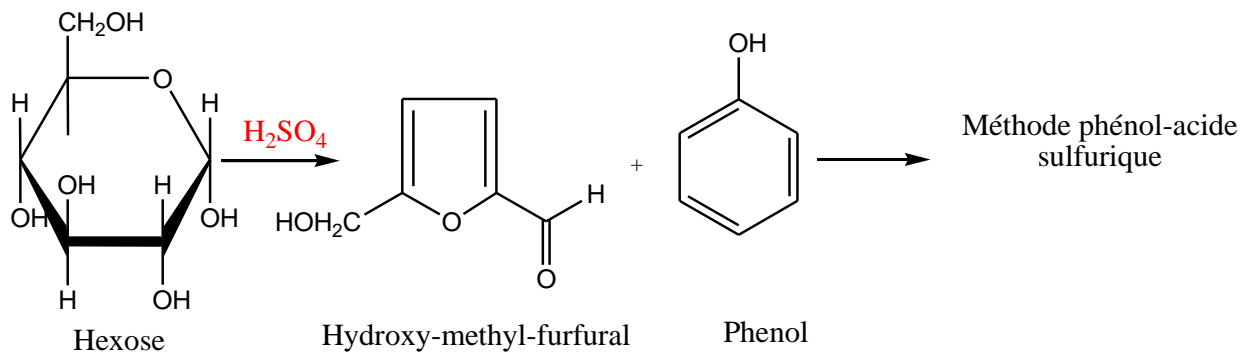


Figure.IV.8: Réaction de formation du complexe coloré par la méthode phénol – acide sulfurique

● Réactifs:

Solution phénol **6% (w/v)** et acide sulfurique concentré (**95%, p/v**) et de densité **d= 1,84**.

● Mode opératoire:

- Prend une quantité **1.2 mL** d'échantillon de **100 μ g.mL⁻¹**
- On l'ajoute **0.2mL** de phénol solution **6%**,
- Agiter le tout dans un vortex (**Figure. IV.9**)
- On l'ajoute **2.5mL**, et on l'agite encore.
- On pose le mélange dans un bain marré à **65°C** pendant **20 minutes** (**Figure. IV.10**)
- Après cette période, lire l'absorbance sur le spectrophotomètre à **490nm**.



Figure. IV.9: Vortex

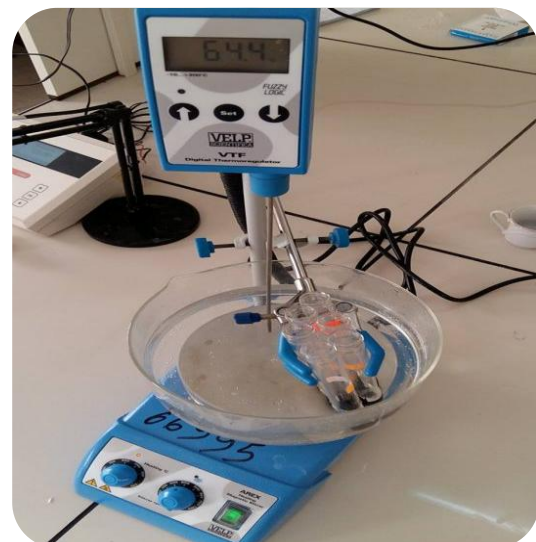


Figure. IV.10: mélange dans un bain marré à 65°C

Le spectre d'absorption à **488nm** (**Figure. IV.11**) confirme les résultats précédents. En tout cas on peut résulter que le sucre blanc commercialisé est n'est du saccharose pur, il est un mélange des produits sucrières et organiques vu le rapport bas de la pureté Optical et les spectres caractéristiques observés dans le spectre **UV-Vis**.

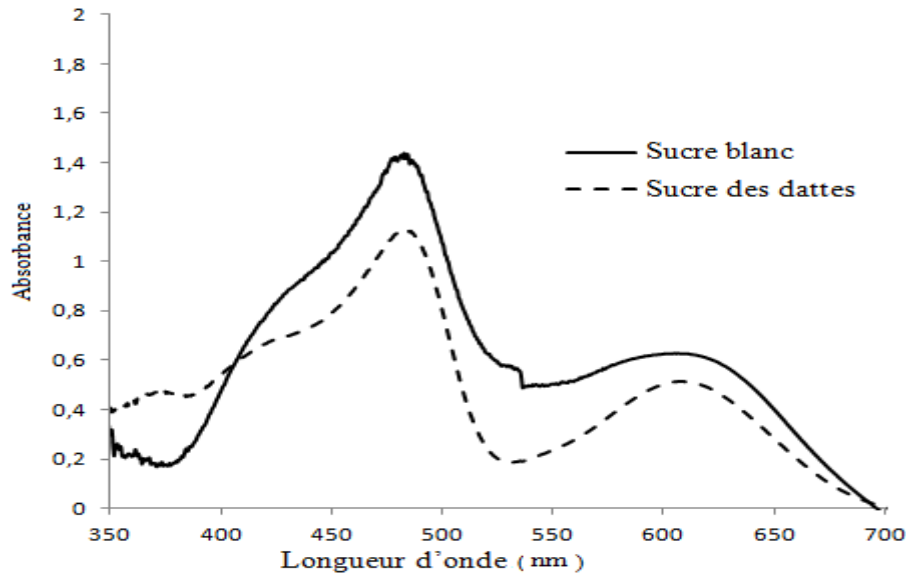


Figure. IV.11: Le spectre d'absorption de saccharose dans le sucre blanc et le sucre des dattes

IV.8. Analyse quantitative:

IV.8.1. Détermination du saccharose dans la datte:

De la même méthode Dubois on détermine la teneur du saccharose dans la datte par l'aide de la courbe standard suivant (**Figure. IV.12**)

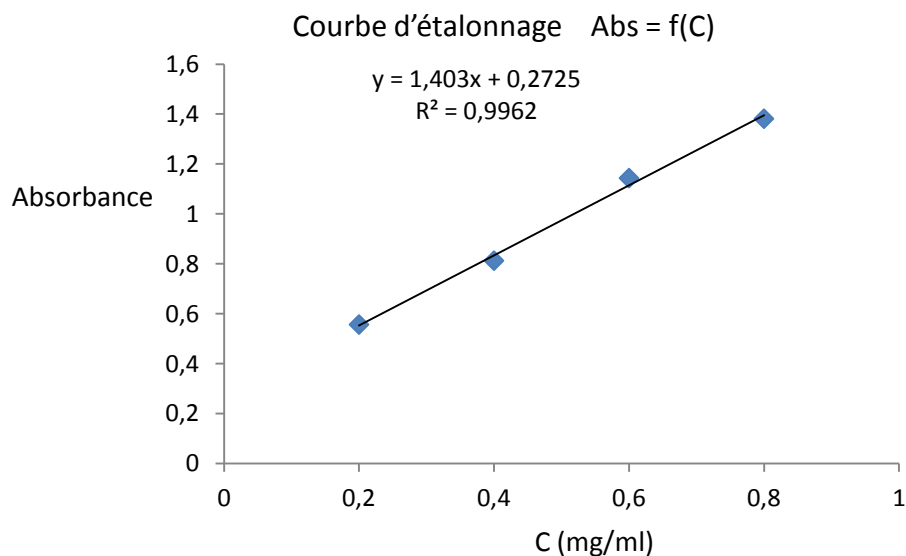


Figure. IV.12: la courbe standard du saccharose

Nous avons obtenu les résultats suivants (**Tableau IV.3**)

Tableau IV.3. La teneur du saccharose dans la datte

Concentration des dattes (mg/ml)	0.2	0.4	0.6	0.8
Absorbance	0.412	0.754	0.987	1.245
teneur du sucre (mg E/g datte)	498.93	858.87	849.37	866.89

A travers les résultats obtenus et montrant que la proportion d'équivalent de saccharose allant jusqu'à **86%** , ce qui signifie qu'il peut utiliser la date comme une bonne alternative au sucre de canne.

IV.9. Conclusion :

On peut conclure facilement qu'il n 'a pas de différence significative en teneur du saccharose alimentaire entre le sucre brut extrait des dattes et le sucre blanc extrait des cannes ou betteraves, importé et raffiné, cela signifie que le sucre des dattes Deglet Nour peut être un excellent substituant de sucre importé surtout lorsqu'on connaît la disponibilité des dattes en Algérie et la rentabilité économique de l'opération.



CONCLUSION



Conclusion générale

Caractérisé par le désert aptitude algérienne des conditions climatiques pour la croissance et la propagation d'un palmier, et donc de produire la plus grande quantité de dates où Algérie est classée au troisième rang de la production mondiale de dattes, qui contient une forte proportion de sucre, qui accompagnent les opérations de récolte proportion de perte de dates jusqu'à **20%** en accompagnant l'industrie de l'emballage dans la plupart des plantes perdues de dattes est estimée à **10-20%** de la quantité de dates en bouteille.

En plus de la présence de variétés impropres à la consommation humaine, les pays arabes souffrent d'une lacune dans la production de sucre est d'environ **5,5 millions** de tonnes par an, et que **75%** de ce qui est consommé dans non directement où il pénètre dans les boissons gazeuses, et de la glace et de la confiserie et yogourt et d'autres.

Sans les industries manufacturières pour les dates et dans la mesure qui équivaut à la production et les normes internationales, en particulier le niveau de sucres que nous nous réjouissons de notre objectif pour produire du sucre de palme comme une alternative au sucre blanc.

Extrait sucres de dates, ainsi que la disponibilité de clarification technique ready-made de jus et pour enlever la couleur et de minéraux à partir du jus de dattes et ainsi obtenir un produit acceptable peut être utilisé industriellement dans l'industrie alimentaire, ce qui contribue à combler une partie des besoins de patrie arabe de sucre.

Extrait sucres de dates, ainsi que la disponibilité de clarification technique ready-made de jus et pour enlever la couleur et de minéraux à partir du jus de dattes et ainsi obtenir un produit acceptable peut être utilisé industriellement dans l'industrie alimentaire, ce qui contribue à combler une partie des besoins de patrie arabe de sucre.

Les données et les recherches présentées ici indiquent qu'il ya une forte possibilité pour la production de sucre de palme est concentrée la plus grande utilisée dans le développement de produits. L'accent était mis sur le passage Deglet Nour haute pour être dans des teneurs en sucres totaux (**environ 81%**).

Entre les différentes extractions utilisé pour produire des procédures de palmiers à sucre, l'utilisation de palmiste, qui représente le pourcentage d'eau (**D / W = 1/3**).

CONCLUSION GENERALE

L'étude nous a montré la facilité de sucre extraire de dates par rapport à la betterave ou de la canne à sucre

Mesure de processus de réfractomètre de l'appareil a donné la plus grande récupération des solides dissous 25 ° à dates de sucre dans le jus et le même degré de blanc jus de sucre Comme pour les autres mesures, les résultats étaient très proches.

Le sucre du jus de palme contient une quantité presque égale de glucose et de fructose pendant les divers traitements.

Sirop de datte a été trouvé est une bonne source de consommation dans l'industrie alimentaire. Il est riche en sucre et degré élevé.

Par comparaison entre le sucre raffiné importé (sucre blanc) et le sucre brut extrait de dattes, nous avons trouvé facilement qu'il n'y a pas une grande différence, cela signifie que les teneurs en saccharose sont convergés.

On peut conclure facilement qu'il n'a pas de différence significative en teneur du saccharose alimentaire entre le sucre brut extrait des dattes et le sucre blanc extrait des cannes ou betteraves, importé et raffiné, cela signifie que le sucre des dattes Deglet Nour peut être un excellent substituant de sucre importé surtout lorsqu'on connaît la disponibilité des dattes en Algérie et la rentabilité économique de l'opération.

On peut conclure qu'il y a un bon potentiel pour la production de sucre de dates pour l'utilisation comme une alternative au sucre blanc dans les produits alimentaires.



REFERANCE



Références bibliographiques

- [1]: J. Ridgwell, J. Ridgway, Food around the world, Oxford University Press, pp. 4-7 (1986).
- [2]: ANON, (2016). [online] Available at: <http://ec.europa.eu/agriculture/sugar> [Accessed 21Feb. 2016].
- [3]: A.M. Contreras, E. Rosa, M. Perez, H. Van Langenhove, J. Dewulf , Comparative Life Cycle Assessment of four alternatives for using by-products of cane sugar production, Journal of Cleaner Production 17 (2009) pp.772–779.
- [4]: SAO-PAULO Reuters, Source: <http://www.albayan.ae/economy/local-market/2015>.
- [5]: SULEIMAN ALMISRI, Mohamed Khair Tahla, la technologie et la chimie du sucre (Damascus University Press1993): Étudier la production végétale sucrée et secteur de la transformation dans le développement dans le monde arabe.
- [6]: Ministry of finance, Directorate General of Customs, (2015). Statistics of the external trade of Algeria. Algiers: National center of informatic & statistics, pp.3-6.
- [7]: AOAD, Khartoum, Arab agricultural statistics year book – vol. n°. 34 (2014) p 68.
- [8]: Sidab.caci.dz,(2016). La datte algérienne|DSI. [online] Available at : http://sidab.caci.dz/?page_id=427 [Accessed 21 Feb. 2016].
- [9]: S. Chouicha, A. Boubekri, D. Mennouche, H. Bouguetaia, M. H. Berrbeuh, Valorization Study of Treated Deglet-Nour Dates By Solar Drying Using Three
- [10]: MAOUSS EBITALLI 1971 le sucer: aspects Biologique et Economiques, 27p.
- [11]: W. R. Junk, H.M. Pancoast, Handbook of sugars. A.V.I. Publishing Co(1980) Westport ,C T USA.
- [12]: A.M. Contreras, E. Rosa, M. Perez, H. Van Langenhove, J. Dewulf , Comparative Life Cycle Assessment of four alternatives for using by-products of cane sugar production, Journal of Cleaner Production 17 (2009) pp,772–779.
- [13]: Sugar Plant Food ,N.G. Halford1,* , T.Y. Curtis1, N. Muttucumaru1, J. Postles1 and D.S. Mottram2; Annals of Applied Biology , F - CL - 12- 2010 (rev).
- [14]: GASTON DEJONGHE, Cours de technologie sucrière : Sucrierie : I.- Fabrication du sucre de Betteraves : II. - Fabrication du sucre de cannes : III.- Raffinage des sucres, Lambersart, Schaller, coll. « Institut industriel du Nord », 1907, 240 p.

- [15]: F.H.C. Kelly & F.K. Mak The sucrose crystal and its solution, Singapore University Press, (1975), pp.62-65.
- [16]: G. M. BROWN, H.A. Levy Sucrose : Precise determination of crystal and molecular Structure by neutron diffraction . Science (1963) (141) 921-923.
- [17]: ALFA ARZATE, (2005) Extraction du Sucre de Betterave, centre de recherche de développement et de transfert technologique en acériculture p. 13 16 25 27.
- [18]: EL-OGAIDI A.K.H. (2000). Le palmier dattier science technologique Agronomique et industrielle. Ed. Dar ezahran, Oman.
- [19]: Mimouni yamin, mise au point d'une technique d'extraction de sirops de dattes; comparaison avec les sirops a haute teneur en fructose (hfcs) issus de l'amidonnerie, mémoire magister en biologie . universite kasdsi merbah ouargla, 2009 .
- [20]: AL-EID S. M. (2006). Chromatographic separation of fructose from date syrup. Int. J. Food. Sci. Nutr., ppp. 57, 83-96.
- [21]: MIMOUNI Y et SIBOUKEUR O. E. K. (2011). Etude des propriétés nutritives et diététiques des sirops de dattes extraits par diffusion, en comparaison avec les sirops a haute teneur en fructose (isoglucoses), issues de l'industrie de l'amidon. Ann. Scio .Tech. , 3(1),pp.1-11.
- [22]: ALKAABI J. M., AL-DABBAGHI B., AHMAD S., SAADI H. F, GARIBALLA S. and.AL-KHATEEB A. A. (2008). Enhancing the growth of date palm (Phoenix Dactylifera L.) in vitro tissue by adding date syrup to the culture medium. Sci. J. King Faisal University., ppp.19, 71–85.
- [23]: MATHLOUTHI C. (1995) . La sucrerie de canne. Dossier CEDUS avec la collaboration de l'université de Reims,165p.
- [24]: J.-L. FLANDRIN, Histoire du sucre et du sucré Chronologie et géographie de la production, DE LA SAVEUR SUCRÉE AUX PRODUITS SUCRÉS : LA THÉORIE MISE EN PRATIQUE, Paris 1999.
- [25]: E.ChERIF, le marché des industries agro-alimentaire en Algérie, Agroligne (2015), 97 02p.
- [26]: Direction générale des douanes algériennes, STATISTIQUES DU COMMERCE EXTERIEURS DE L'ALGERIE (Période : novembre 2015).
- [27]: B. GILLES, Cultiver le palmier dattier, 2000, Ed-CIRAS, 110p.

- [28]: M. DJERBI, Précis de phoniciculture, 1994, Éd, FAO, Rome, 102p.
- [29]: P. MUNIER, Le palmier dattier .Ed-MAISONNEUVE, 1973, 221p.
- [30]: M. FELDMAN, Taxonomies classification and names of wild, cul and modern cultivated wheat, Evolution of plants .Longman, London, 1976 , 120-128p.
- [31]: M. BELGUEDJ, Caractéristiques des cultivars de dattiers du Sud-Est du Sahara Algérien, volume1, Conception et Réalisation : Filière « cultures Pérennes » de *L'ITDAS*, 1996, 67p.
- [32]: M.BELGUEDJ, Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-Est Algérien. Revue annuelle, N°11 *INRAA.EL- Harrach-Alger*, 2001, 289p.
- [33]: S. HANACHI, D. KHITRI, A. BENKALIFA, R. A. Brac de Perrière, Inventaire variétal de la palmeraie algérienne, 1998, 225p.
- [34]: Y. NOUI, : Caractérisation physico-chimique comparative des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla, Mémoire de Magister. Option : Technologie Alimentaire, université de Boumerdes2007.60p.
- [35]: ANONYOME, Statistiques agricoles, Superficies et productions, Ministère de l'agriculture et du développement rural, 2002, Série A ,pp.5-6.
- [36]: E. ESPIRD, Introduction à la transformation industrielle des fruits ,Ed-Techniques et Documentation Lavoisier ,Paris ,2002, pp.147-155.
- [37]: L. AIT-AMEUR, Analyse du processus de diffusion des sucres, des acides organiques et de l'acide ascorbique dans le système :Mech-Degla/ Jus de citron ,Mémoire de Magister- Département de technologie alimentaire ,Université de Boumerdes . 2001, 80p.
- [38]: S. BENAMARA, H. CHIBANE, M. BOUKHLIFA, Essai de formation d'un yaourt naturel aux dates. Industries Alimentaires et Agricoles IAA. Actualités techniques scientifiques, 2004,N°1 /2 mensuel ,pp.11-14 .
- [39]: T. WADA et al ., J. Materials Research , 12(6) ,1997 ,p1456.
- [40]: M.D. OULD El-HADJ, A.H. SEBIHI, O. Siboukeur, Qualité Hygiénique et caractéristique .physico-chimique du Vinaigre Traditionnel de Quelques variétés de dattes de la cuvetted'Ouargla, Rev-Energ. Ren :Production et valorisation- Biomasse,2001, pp87-92.
- [41]: N .BOUGHNOU, : Essaie de production de Vinaigre à partir de déchets de dattes . Mémoire de Magister Institut National d'Agronomie, 1988, El-Harrach, 82p.
- [42]: M. GUALTIERI, S. RAPACCINI, Date Stones in broiler's feeding . In Technologie de la datte, 1994, Ed. GRIDAO .35p

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES

[43]: O. SIBOUKEUR , Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du Jus de dattes .
Thèse Magister, INA .El-Harrach, Alger, 1997, 106p.

[44] G. Bourat, 'Propriétés des Micro-Organismes, Traité Génie des Procédés', Journal de
Techniques de l'Ingénieur, Vol. 6, Paris, 1992

[45] Andrew Steitwiesser, Jr. Clayton, H. Heathcock, Introduction to Organic Chemistry

[46] A. Streitwieser, Jr & C. H. Heathcock, Introduction to organic chemistry, Macmillan, New
York, 2nd Edition, 1981, 1258pp.



ANNEXES



ANNEXES

Annexes 01: Comparaison entre l'industrie du sucre de dattes et de la canne à sucre, la betterave.

Les dattes	Canne à sucre ou de la betterave à sucre
La croissance Palm dans des conditions de temps sec et faible en rapport de l'eau avec les pays arabes	Exiger un climat doux et une bonne terre et de l'eau abondante et qui ne sont pas disponibles dans les pays arabes à fournir
Raw disponibilité des matières tout au long de l'année	Production saisonnière de la betterave et la canne à sucre
Le sucre de palme représentent environ 70-83%	%12de sucre dans la canne à sucre et 14% de la proportion de la betterave
Facilité de stockage dans des conditions non réfrigérées et ne nécessitent pas l'extraction du sucre directement	Cane et la betterave ne porte pas le stockage et nécessitent l'extraction de sucre directement après la récolte
Sucre exister de façon unilatérale et un mélange de glucose et de fructose	Le sucre est le saccharose partiellement représenté disaccharide est disponible
Les produits secondaires fabriqués à partir d'une variété de dates et multiples	Produits transformés secondaires de canne et de betterave limitée

Annexes 02: Caractérisation morphologique des dattes.

Caractéristiques morphologiques	Deglet Nour
Forme du fruit	Ovoïde ou droite
Couleur au stade tmar	Ambrée
Aspect de l'épicarpe	Ambrée
Epaisseur de l'épicarpe	Epais
Consistance	Demi-molle
Plasticité	Tendre, élastique
Texture	Fibreuse
Goût	Parfumé

Annexes 03: Caractérisation morphologique

Les caractéristiques morpho-métriques de variété de dattes Deglet Nour étudiées sont les résultats de la moyenne. Les dattes présentent selon la variété considérée des caractéristiques morpho-métriques différentes :



Figure: Mesure du diamètre et de la longueur d'un fruit à l'aide de pied à coulisse

- La longueur des dattes varie entre **2.76 cm ± 0.15**.
- Les dattes se caractérisent par des diamètres qui varient de **1.03 cm ± 0.01** pour la variété demi-molle.
- Le poids des dattes varie entre **7.40 g ± 0.54** , d'après, le poids de la datte peut varier de **2 à 6 g**, note que la variété Deglet-Nour d'Algérie, présente un poids d'environ **10g**.
- La datte deglet nour est plus charnue. Elle pèse (**6.85 g ± 0.54**) Le poids de la graine varie entre **0.55 g ± 0.10**

Dans ce contexte, plusieurs études ont été consacrées à la caractérisation physique des dattes . D'après les résultats rapportés, l'état de fraîcheur de la datte serait conditionné par les critères suivants :

- ◆ un poids supérieur ou égal à **6 g** ;
- ◆ une longueur supérieure ou est égale à **3.5 cm** ;
- ◆ un diamètre supérieur ou égal à **1.5 cm**.

Selon ces critères, les dattes des variétés étudiées présentent de bonnes caractéristiques morpho-métrique

Annexes 04: Détermination du pH

La détermination du pH des solutions s'effectue dans nos conditions par une lecture directe à l'aide d'un pH-mètre préalablement étalonné.

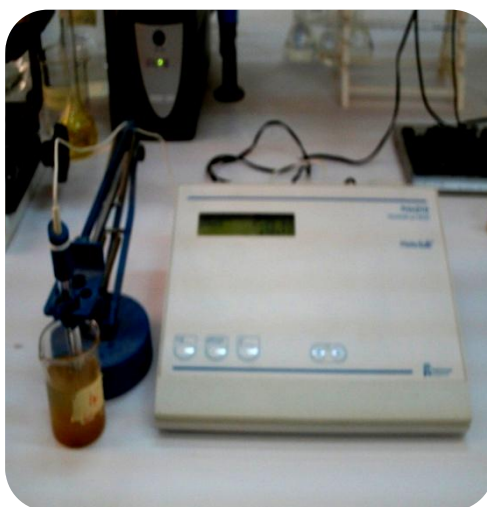


Figure: pH-mètre

Mode opératoire:

- ◆ Introduire dans un bécher environ 30ml de l'échantillon, étalonner le pH-mètre
- ◆ Etalonné le pH-mètre à l'aide des solution étalon pour relève la valeur de pH de la solution à examiner, dans des conditions de température **20°C**.
- ◆ Le résultat est une moyenne de deux répétitions.

Tableau: PH

Temperatures	Valeur 1	Valeur 2	Moy	Erreur
20°C	6.13	6.05	6.09	± 0.04

RÉSUMÉ

Le sucre est l'un des plus importants produits agricoles commercialisés à l'échelle internationale. Il assure de considérables recettes, sans compter que ce produit est riche en énergie et bon marché et contribue ainsi à la sécurité alimentaire et nutritionnelle. L'industrie du sucre en Algérie n'a pas de sources locales, il obtient pleinement de l'importation, qui coûte la république des millions de dollars par an. Ce sucre a été raffiné et cristallisé pour être commercialisé en couleur blanche. Deglet Nour est une sorte de dattes algériennes disponibles et pas cher. Dans ce travail, nous avons étudié la possibilité de suggérer les dattes Deglet Nour comme un substituant au canne et betterave dans la production de sucre alimentaire en comparant le contenu en saccharose entre le sucre des dattes et le sucre blanc en utilisant les techniques et les méthodes physiques et chimiques : Réfractométrie, Polarimétrie, Méthode de phénol- acide sulfurique et la spectroscopie UV- Visible.

Mots clés: Sucre; Saccharose; Algérie; Dattes Deglet Nour; Extraction

ABSTRACT

Sugar is one of the most internationally traded agricultural products. It provides considerable revenue, besides it is cheap in energy, and thus contributes to the achievement of food security and nutrition. Sugar industry in Algeria has not a local sources, it gets it fully from importation, which costs the African republic millions of dollars annually. This sugar has been refined and crystallized to be commercialized in white color. Deglet Nour is a kind of Algerian dates available and cheap, it is a fruit contains a lot of carbohydrates. In this present work we compare between white and raw date sugars to find the sucrose contents and find the possibility to make sugar extracted from dates a national product substitute to sugar obtained from beet and cane using refractometry, polarimetry, phenol- sulfuric acid method and UV spectroscopy.

Key words: Sugar; Sucrose; Algeria; Deglet Nour dattes; Extraction

الملخص

السكر هو احد المنتجات الزراعية الأكثر تداولاً علي الصعيد الدولي. صادرات السكر إلى العديد من البلدان توفر دخلاً كبيراً، إلى جانب ذلك فهو غني بالطاقة وبالتالي يساهم إنتاجه محلياً في تحقيق الأمن الغذائي والتغذية. صناعة السكر في الجزائر ليس لديها مصادر محلية، فانه نحصل عليه بشكل كامل من الاستيراد الذي يكلف الخزينة العامة الملايين من الدولارات سنوياً. دقلة نور هو نوع من التمور الجزائرية المتاحة والرخيصة، بل هي ثمرة تحتوي على الكثير من الكربوهيدرات. في هذا العمل، ندرس إمكانية جعل دقلة نور مصدراً بديلاً للبنجر وقصب السكر وذلك بمقارنة المحتوى السكروز في السكر الخام المستخرج من التمر مع السكر الأبيض المستخرج من البنجر وقصب السكر المستورد والمكرر بواسطة طرق فيزيائية وكيميائية: تقنية الانكسار، تقنية الاستقطاب، طريقة الفينول- حمض الكبريت والتحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية.

الكلمات المفتاحية : السكر، السكروز، الجزائر ، تمر دقلة نور، الاستخلاص.